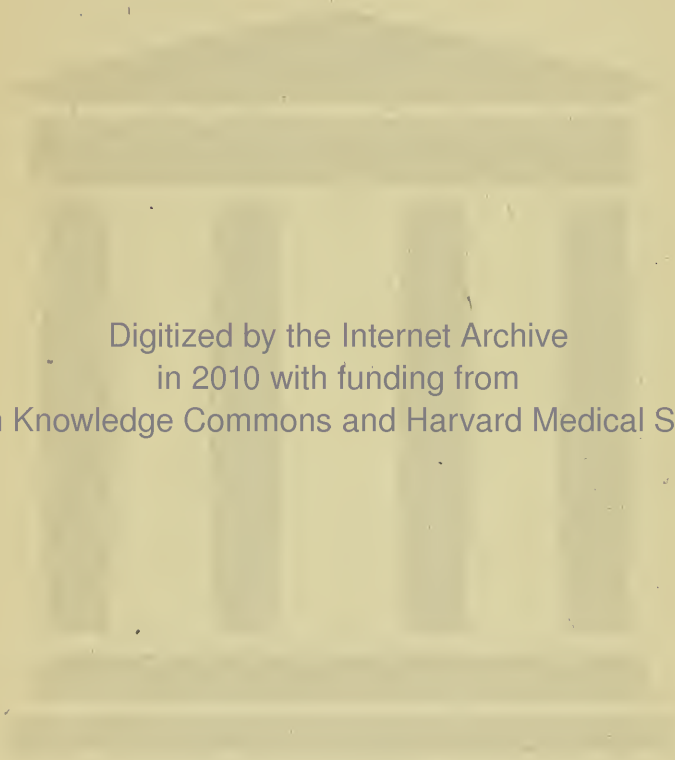


19. J. 33.

*BOSTON*  
*MEDICAL LIBRARY*  
*& THE FENWAY.*





Digitized by the Internet Archive  
in 2010 with funding from  
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

86

EXPERIMENTELLE UND KRITISCHE  
UNTERSUCHUNGEN

ZUR

ELECTROTHERAPIE DES GEHIRNS

INSBESONDERS

ÜBER DIE WIRKUNGEN DER GALVANISATION  
DES KOPFES

VON

DR. L. LÖWENFELD

SPECIALARZT FÜR NERVENKRANKHEITEN UND ELECTROTHERAPIE  
IN MÜNCHEN.

---

MÜNCHEN.

JOS. ANT. FINSTERLIN.

1881.

9980

Druck des Literar. Instituts von Dr. Max Huttler in München.



19. J. 32

# INHALTS-ÜBERSICHT.

## Einleitung.

### I. Abschnitt.

Seite.

1. Geschichtliches über die Anwendung electricischer Ströme am Kopfe und zur Lehre von den Wirkungen derselben. Anschauungen der Zeitgenossen. . . . . 1—32.
2. Eigene Erfahrungen über die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes. Untersuchungen über den Einfluss dieser Procedur auf die Erregbarkeit der peripheren Nerven. Versuche mit Reizung der Retina. Therapeutische Erfahrungen. . . . . 32—41.
3. Zusammenfassung des betreffs der Wirkung am Kopfe angewendeter electricischer Ströme Festgestellten. Primäre und secundäre Wirkungen der Galvanisation des Kopfes. Wirkungen am Kopfe angewendeter faradischer Ströme. . . . . 41—45.

### II. Abschnitt.

Physiologische Ergebnisse. Die Wirkungen electricischer Reizung der Grosshirnrinde, des Hemisphärenmarkes, der Streifen- und Schhügel, der Vierhügel, des Bodens des 3. Ventrikels und des Aquaeductus Sylvii, des Hirnschenkelfusses, der Bindearme und des Kleinhirns. . . . . 46—57.

### III. Abschnitt.

Erklärung der primären (physiologischen) Wirkungen der Kopfgalvanisation. Zurückweisung der Althaus'schen und der Hinze'schen Reflextheorie. Erklärung der secundären (therapeutischen) Wirkungen. Ansichten der Autoren in diesem Betreff. . . . . 58—71.

### IV. Abschnitt.

Eigene experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen am Kopfe applicirter electricischer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle.

1. Technik der Versuche. Verhalten der Piagefässe nach der Eröffnung der Schädelhöhle. Einfluss verschiedener Momente (Chloroformnarkose u. s. w.)

2. Versuche zur Lösung der Frage, ob am Kopfe applicirte elektrische Ströme die Piagefäße überhaupt beeinflussen. Folgerungen aus diesen Versuchen. Wirkungen peripherer faradischer Reizung auf die Piagefäße.
3. Versuche über die Wirkungen insbesondere längs durch den Kopf geleiteter Ströme auf die Piagefäße. Schlüsse aus diesen Versuchen.
4. Versuche über die Einwirkung quer durch den Kopf geleiteter constanter Ströme. Schlüsse hieraus.
5. Wirkungen am Kopfe applicirter faradischer Ströme auf die Gehirngefäße. . . . . 72—108.

### V. Abschnitt.

- I. Deutung der Versuchsergebnisse. a) Einfluss der Reizung der peripheren Kopfnerven. b) Einwirkung auf den Halssympathicus. c) Directe Beeinflussung der Gefässnerven etc. etc. der Piagefäße durch Stromschleifen. d) Einwirkung auf die vasomotorischen Apparate des Hals- und verlängerten Markes. 109—115.
- II. Praktische Folgerungen aus den Versuchsergebnissen. Wirkungsbereich und Indicationen der Galvanisation des Kopfes. Einfluss dieser auf die Erregbarkeit des Gehirns; sonstige Wirkungen derselben. . . . . 116—121.

### VI. Abschnitt.

#### Technik der Galvanisation des Kopfes.

1. Die Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke.
2. Die Sitzungsdauer.
3. Die Wahl der Stromrichtung.

Anhang. Bemerkungen über die therapeutische Verwerthbarkeit der Faradisation des Kopfes. . . . . 122—138.  
 Literaturverzeichniss . . . . . 139—146.





## EINLEITUNG.

---

Wer immer die erstaunliche Vermehrung unserer Kenntnisse auf dem Gebiete der Physiologie des Gehirns im letzten Decennium mit verfolgt hat, kann sich kaum des Gedankens erwehren, dass diese Entwicklung reiche Früchte für die Pathologie und Therapie dieses Organs getragen haben müsse. In der That hat die Pathologie des Gehirns nach verschiedenen Richtungen hin aus den jüngsten Ergebnissen der experimentellen Gehirnforschung Gewinn gezogen und manchen verschlungenen Knoten gelöst, der noch vor Kurzem unentwirrbar schien. Der Therapie des Gehirns dagegen, vor Allem der Electrotherapie dieses Organs ist aus diesem Aufschwunge bisher wenig Förderung erwachsen. Wir wenden heutigen Tages den electrischen Strom bei Erkrankungen des Rückenmarkes sehr häufig, minder oft, aber doch häufig genug bei Erkrankungen des Gehirns an und erzielen hiebei günstige, mitunter sogar glänzende Resultate.

Allein wenn man uns frägt, in welcher Weise diese zum Theil merkwürdigen Erfolge zu Stande kommen, welche Vorgänge das electriche Agens bei seinem Durchströmen in den Nervencentren anregt, so wissen wir keinen einigermaßen genügenden Bescheid zu geben. Wir stehen hier vor einer Kluft, die man allerdings oft genug durch luftige Hypothesen auszufüllen gesucht, über die aber in der That bisher keine wissenschaftliche Brücke hinwegführte. So ist es denn erklärlich, dass über keinen Theil der Leistungen der Electrotherapie die Meinungen der ärztlichen Welt so getheilt sind als bezüglich ihrer Erfolge bei Gehirnkrankheiten. Auf der einen Seite Bewunderung und Anrühmen glänzender Resultate, auf der anderen Seite Misstrauen und Indifferenz. Einem Agens, dessen Wirkungsweise dunkel, dessen Wirkungen dagegen bei ungeeigneter Anwendung oft recht unangenehm fühlbar sind, glauben noch immer Viele kein Vertrauen schenken zu dürfen, wenn es sich um die Behandlung eines so leicht zu schädigenden Organs wie des Gehirns handelt. Von dem Mangel des Verständnisses und des Vertrauens bis zum Bezweifeln der von Anderen erzielten Resultate ist dann oft nur ein Schritt.\*) Man vergisst dabei allerdings, dass

---

\*) Und diess geschieht nicht bloss am dürren Zweige. So ist z. B. Alles, was der berühmte englische Kliniker Russel Reynolds, Professor of the principles and practice of medicine in University College etc. etc. zu London, in seinen lectures on the clinical uses of electricity, London 1873, bezüglich der centralen Behandlung von Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten äussert, in folgendem Passus enthalten (l. c. S. 101): In some ca-

man täglich und ohne Zagen bei Leiden eben dieses subtilen Organes die verschiedensten Mittel — Jod, Arsen, Quecksilber — gebraucht, deren Wirkungen auf die Centralorgane sicher um nichts aufgehellter sind als die der Electricität.

Bei diesem Stande der Dinge war es wohl nicht verfrüht, wenn ich den Versuch unternahm, zunächst einmal festzustellen, was sich nach den bisherigen Erfahrungen der Aerzte bezüglich der Wirkungen am Kopfe angewendeter electricischer Ströme als erwiesen betrachten lässt. Hiemit war indess noch kein erheblicher Schritt vorwärts gethan. Wenn die vorhandenen Zweifel dauernd beseitigt und zur Anwendung des electricischen Stromes am Kopfe bei Behandlung von Gehirnleiden weitere Kreise angeregt werden sollten, so musste auch etwas geschehen, um einen Einblick in die Vorgänge zu eröffnen, durch welche die therapeutischen Leistungen des Stromes zu Stande kommen. Zu diesem Ende habe ich eine grössere Reihe von Versuchen an Thieren angestellt, in welchen die Wirkungen durch den Kopf geleiteter electricischer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle studirt wurden. Die Aufgabe, an welche ich hiemit herantrat, ist eine ausserordentlich compli-

---

ses of disease it has appeared that good results have followed the application of the continuous current to the central organs of the nervous system, the brain and spinal cord; and in other cases beneficial results have been witnessed after the galvanization of the sympathetic nerve; but the evidence upon these matters is of such sort that I think it better merely to allude to the application than to describe its method in detail.

cirte. Es konnten desshalb vorerst nur bezüglich einiger der wichtigsten hier in Betracht kommenden Fragen Aufschlüsse erlangt werden. Die neuen Gesichtspunkte, die hiemit für die Electrotherapie des Gehirns gewonnen waren, habe ich hauptsächlich nach zwei Richtungen hin zu verwerthen gesucht, einerseits die Indicationen für die Anwendung der Galvanisation des Kopfes schärfer, als es bisher möglich war, zu präcisiren, andererseits eine weitere Ausbildung der Methodik dieses Verfahrens anzubahnen.

---



## I. ABSCHNITT.

### I.

Geschichtliches über die Anwendung electricischer Ströme am Kopfe und zur Lehre von den Wirkungen derselben.

#### **Anschauungen der Zeitgenossen.**

Den ersten Versuchen einer Verwerthung des Galvanismus in der Therapie begegnen wir am Uebergange des verflossenen in das gegenwärtige Jahrhundert. Es scheint Augustin<sup>1</sup> in Deutschland wenigstens derjenige gewesen zu sein, der den ersten praktischen Versuch bei Amaurosis — allerdings erfolglos — wagte; vordem hatte sich eine Anzahl zum Theil bedeutender Männer wie Creve<sup>2</sup>, Behrends<sup>3</sup>, Reil<sup>4</sup>, Hufeland<sup>5</sup>, Humboldt<sup>6</sup> u. A. mit mehr oder minder geistvollen Vorschlägen bezüglich der Verwendung des Galvanismus in verschiedenen Krankheiten befasst. Unter diesen ersten Versuchen therapeutischer Verwerthung des Galvanismus findet sich die Application dieses Agens an den Kopf schon vielfach vertreten. Es waren jedoch viel weniger Erkrankungen des Gehirnes als der Sinnesorgane — Auge und Ohr — wegen deren der Galvanismus versucht wurde; bei Gehirnkrankheiten, respektive den hiedurch bedingten Lähmungen wurde der Galvanismus gewöhnlich nur peripher, an den Nerven und Muskeln der gelähmten Gliedmassen oder diesen im Ganzen zur Anwendung gebracht. So kam es, dass den Aerzten, welche als die Bahnbrecher für die Galvanotherapie zu betrachten sind, wohl die bei Durchleitung galvanischer Ströme durch den Kopf auftretenden

Erscheinungen (Schwindel, Lichtblitze, Eingenommenheit des Kopfes, galvanischer Geschmack etc.) der Hauptsache nach geläufig waren, dass man auch manche »Kopfleiden« (Erkrankungen des Gehirnes oder von Gehirnnerven) mit Erfolg galvanisch behandelte, während man über die Art der Einwirkung des Galvanismus auf den Inhalt der Schädelhöhle, über die Entstehung der beobachteten Erscheinungen (Schwindel, etc.) sich zumeist wenig besondere Gedanken machte. So finden wir z. B. in den Schriften von Augustin<sup>7</sup>, von Bischoff<sup>8</sup> und Hellwag-Jacobi<sup>9</sup> eingehende Bemerkungen über die Anwendungsweise des Galvanismus bei Augen- und insbesondere Ohrenkranken (Amaurotischen, Harthörigen oder Tauben) aber nichts Näheres über die Art der Einwirkung dieses Agens auf das Gehirn. Grapengiesser<sup>10</sup> dagegen erklärt schon, dass der Galvanismus »als eine höchst reizende Potenz auf die Nerven wirkt, dass er dieselben sehr schnell durchringt und erschüttert.« Er erwähnt ferner, dass der Galvanismus, vorzüglich wenn er am Kopfe angewendet wird, ausser der Congestion nach dem Kopfe und den Zufällen, die hieraus entstehen, »Eingenommenheit desselben«, Zahnschmerzen, Schnupfen, allgemeine Müdigkeit und Schläfrigkeit bewirke.<sup>11</sup> Dass man aber selbst bei Application des Stromes am Kopfe auf das Gehirn direct nicht zu wirken vermeinte und wünschte, erhellt aus Grapengiessers Bemerkungen<sup>12</sup>, dass man bei höherer Wirksamkeit der Maschine behutsam sein müsse, »da es nicht unmöglich ist, dass der galvanische Strom durch den feuchten Schädel vermittelt der ihn durchbohrenden Blutgefässe dringen und seinen Weg durch das Gehirn und Rückenmark als seine besten Leiter nehmen kann. Diess wäre doch wohl nur in verzweifelten Fällen zu wünschen und zu versuchen.« Eine sehr interessante Beobachtung über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf die dura mater, respective das Gehirn des lebenden

Menschen, die an einem trepanirten Kranken von Reinhold gemacht wurde und bei Augustin<sup>13</sup> mitgetheilt sich findet, gehört ebenfalls jener Zeit an.

Das Interesse, welches sich an diese in ihrer Art einzige Beobachtung knüpft, wird eine Mittheilung derselben in extenso rechtfertigen.

»Nach einem Sturz auf den Kopf,« erzählt Herr Reinhold, entstand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeins hier eine Öffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulsationen des Gehirnes deutlich zu sehen waren. Ich setzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber- und Zinkstange auf die Hirnhaut auf und verband sie, der Kranke äusserte indess nicht die mindeste Empfindung, sondern blieb wie vorher soporös liegen. Nach 8 Tagen als er mehr bei sich war, wiederholte ich den Versuch sowohl mit einfachem Galvanismus als mit verstärktem, (einer Kupfer-Zinkbatterie von 5 Lagen;) auch jetzt versicherte der Kranke nicht das Mindeste zu empfinden. Nach 4 Wochen als der Patient bei voller Besinnung war, wurde wieder ein Versuch mit einer Batterie von 10 Lagen gemacht, ein Conductor auf die harte Hirnhaut und der zweite auf die Zunge gebracht; der Kranke empfand den Geschmack, mit welchem ich ihn schon vorher bekannt gemacht hatte. Ich liess sie beide auf der dura mater ruhen; er gab ein periodisch wiederkehrendes Stechen und nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne diesen Ort bescheine. Die Kette blieb 3 Minuten geschlossen, und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulsationen des Gehirns, da ich in der ersten nur 90 zählte; sie waren also um 19 gewachsen. Merkwürdig war es, dass unmittelbar nach der Schliessung sich eine sehr bedeutende Vertiefung von gewiss  $\frac{1}{2}$  Zoll genau zwischen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemain

leise geschah. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte sie sich sogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten ausser diesem nichts.«

Bei Aldini<sup>14</sup>, finden sich Mittheilungen über die Wirkung des galvanischen Stromes auf die Organe des Gesichts und Gehörs und die Selbstbeobachtung, dass der Strom in die Nähe des Ohres gebracht als ein mächtiger Stimulus wirkte, welcher mehrtägige Schlaflosigkeit zurückliess. Aldini berichtet auch von 2 Fällen von Melancholie, in welchen er allein durch Anwendung des Galvanismus die Heilung bewirkt haben will. Der Enthusiasmus für die Anwendung des galvanischen Stromes scheint in den nächsten Jahren gründlich verflogen zu sein, woran sowohl die übertriebenen Erwartungen der ersten Jahre der Anwendung, als die Mangelhaftigkeit und Unzuverlässigkeit der Apparate und die überaus rohen Behandlungsmethoden Schuld trugen. Die weitere Forschung über die Wirkung des Galvanismus auf den menschlichen Organismus sistirte hiemit gleichfalls. Sundelin<sup>15</sup>, (1822) und Most<sup>16</sup> (1823) beklagen, dass der Galvanismus, von dem man kurz nach seiner Entdeckung sich Wunderwirkungen versprach, als Heilmittel fast gänzlich vergessen sei. Die Methode der Galvanisation, wie sie Most übte, (z. B. in einem Falle von Melancholie u. A. 20 Minuten lang galvanische Strömung durch den Kopf und den ganzen Körper, indem der + Pol aus 60 Plattenpaaren an das os frontis der — P an die in ein Fussbad gesetzten Füße applicirt, der Körper selbst isolirt wurde, etc.<sup>17</sup>) oder Fabré-Palapat<sup>18</sup> an sich selbst practicirte (Einführen einer Nadel successive an beiden Seiten des Kopfes in der Gegend des Kleinhirns gegen den Knochen, eine andere Nadel an einer benachbarten Partie, Verbindung der Nadeln mit den beiden Polen einer Batterie, Unterbrechung des Stromes in sehr kurzen Intervallen, öfterer Wechsel der Stromrichtung) waren nicht geeignet, viele Verehrer zu finden.



Mit der Einführung der magnetelectrischen Rotationsapparate und der selbstthätigen electro-magnetischen Inductionsapparate in die ärztliche Praxis, mit der wesentlich von *Duchenne* begründeten localisirten Anwendung der Faradisation wurde die Behandlung der Nervencentren mit electricen Strömen sozusagen ganz beseitigt. Es war *Remak* vorbehalten, der therapeutischen Verwerthung des constanten Stromes überhaupt und hiemit auch bei Behandlung von Leiden der Centralorgane neuerdings Bahn zu brechen.

Nach *Remak*<sup>19</sup> sind die Wirkungen, welche der constante Strom bei seiner Anwendung auf das erkrankte Centralorgan ausübt, dreierlei. 1. katalytische, 2. antiparalytische, 3. antispastische.

- 1) Die katalytischen Wirkungen, von den dreien die bedeutungsamsten, machen sich nach *Remak* bei entzündlichen Zuständen und deren Folgezuständen (Exsudation etc.) des Rückenmarks sowohl als des Gehirns geltend. Sie setzen sich aus einer Mannigfalt von Einzelwirkungen zusammen und umfassen im Wesentlichen neben den gewöhnlichen electrolytischen Leistungen des Stromes, d. h. dem electrolytisch chemischen Umsatz in den Geweben verbunden mit einem electrodynamischen Transport von Flüssigkeiten, Einwirkungen speziell auf die Blut- und Lymphgefäße, Erweiterungen dieser Gefäße und dadurch Erleichterung der Circulation in von Stasen heimgesuchten Theilen, verstärkte Bewegung des Säftestromes, Anregung der Resorption, hiedurch Beseitigung von Exsudaten, Blutextravasaten etc; es sind also »antiphlogistische«, »auflösende«, »zertheilende« Wirkungen. Hiebei legt *Remak* auf die angeblich gefässerweiternde Wirkung des Stromes ganz besonderen Nachdruck. Die Annahme der gefässerweiternden Wirkung des Stromes stützte *Remak* auf experimentelle Beobachtungen am Froschschenkel, «über

die Verdickung der Muskeln» unter Einwirkung des constanten Stromes.<sup>20</sup>

- 2) Die antiparalytischen Wirkungen, neben den katalytischen einhergehend, beruhen auf Änderungen des molecularen Zustandes der Nervenfasern und Zellen, Erregungen dieser Elemente.<sup>21</sup>
- 3) Die antispastischen Wirkungen beruhen zum Theil in der Steigerung der Willensherrschaft über die in Krampf oder Zittern begriffenen Muskeln, zum Theil in Entfernung von Reizen (Reizzuständen) durch katalytische Vorgänge.

Aus den von R e m a k mitgetheilten Krankengeschichten (Galvanotherapie Seite 447—57) ist ersichtlich, dass dieser Beobachter mit der Annahme von Stasen im Gehirne nicht allzu scrupulös war und aus der Beseitigung der angeblich auf Stasis beruhenden Krankheitserscheinungen durch den constanten Strom eine Bestätigung seiner Annahme ableiten zu dürfen glaubte. R e m a k schrieb ferner, wie bekannt, dem constanten Strom noch eine andere Art der Einwirkung auf die Centralorgane zu, nämlich auf dem Wege des Reflexes bei Durchströmung peripherer Nerven (centripetale Wirkungen) auf welchem Wege insbesondere die sogenannten galvanotonischen Zusammenziehungen bei Reizung peripherer Nerven entstehen sollten.<sup>22</sup>

Von den bei Galvanisirung des Kopfes gewöhnlich zu beobachtenden Erscheinungen, (Nebenwirkungen des Stromes)<sup>23</sup> erwähnt R e m a k ausser dem Metallgeschmack der Lichterscheinungen, ohne sich näher darüber zu äussern, wie, respektive wo er sich dieselben verursacht denkt, und des Schwindels, von welchem letzterem er meint, dass es sich hierbei um eine Behelligung des kleinen Gehirns handelt, »dessen Verletzung bekanntlich nach F l o u r e n s' Entdeckung Drehbewegungen hervorruft.«<sup>24</sup> Auch der schlafmachenden Wirkungen des Stromes gedenkt R e m a k und bemerkt, dass dieselben

um so leichter eintreten, je näher dem Gehirne die Ströme einwirken.<sup>25</sup>

Die Anschauungen Remak's bezüglich der Einwirkung des constanten Stromes auf Gehirn und Rückenmark wurden von v. Ziemssen in den früheren Ausgaben seines bekannten Werkes<sup>26</sup> bekämpft. v. Ziemssen bemerkt hierüber in der letzten Auflage S. 23: »Ich habe bis zum Jahr 1866 die Ansicht vertreten, dass die Centralorgane des Nervensystems durch die starke Umhüllung mit Weichtheilen und Knochen dem elektrischen Strome unzugänglich seien, solange derselbe in mässiger Stärke angewandt werde. Die bei der Galvanisation des Kopfes entstehenden Gehirnerscheinungen als Schwindel, Ohnmacht, Uebelkeit, glaubte ich als das Resultat der Galvanisirung der sensiblen und Sinnesnerven, auffassen zu müssen. Meines Erachtens könne deshalb, sagte ich Seite 58 der III. Auflage dieses Buches, von einer «methodischen Behandlung des grossen Gehirns» oder einer «direkten katalytischen Einwirkung auf das Rückenmark» (Remak) nicht die Rede sein, wenn man nicht den sichern Boden der Thatsachen verlassen und sich in gewagten Hypothesen ergehen wollte.«

v. Ziemssen sagt ferner: »Die Momente welche mich veranlassten, eine direkte Einwirkung des elektrischen Stromes auf das Gehirn und Rückenmark, wenn in mässiger Stärke angewendet, zu negiren, waren folgende:

Inductionsströme von relativ grosser, bis zur Grenze des Erträglichen gesteigerten Intensität am Kopf applicirt, haben heftige Reizungen der sensiblen, geringe der Sinnesnerven, aber keine Gehirnerscheinungen zur Folge.

Galvanische Ströme haben dagegen schon bei geringer Intensität (10—15 S. Elemente) ausser mässiger Reizung der sensiblen Nerven sehr lebhaft Reizung der Retina, resp. des Acusticus und Schwindel, sowie bei längerer Dauer Ohnmacht, Uebelkeit etc. zur Folge. Diese Erscheinungen treten

auch ein, wenn die Pole am Nacken oder am Unterkiefer in der Nähe des Kinnes angesetzt werden; in diesem Falle freilich mit geringerer Intensität. Da also starke Inductionsströme keine Gehirnerscheinungen und geringe Sinnesnervenreizung, der galvanische Strom dagegen schon bei geringer Intensität Gehirnerscheinungen, aber nie ohne gleichzeitige Licht- respektive akustische Phänomen zur Folge hat, so schien es mir wahrscheinlicher, dass die Einwirkung des galvanischen Stromes auf das Gehirn eine physiologische, durch die Sinnesnerven centrepetal übertragene Reizung, als dass sie eine physikalische, durch direkten Durchgang des Stromes durch die Schädeldecke bedingte sei.

Von besonderer Wichtigkeit erschien hiebei der grosse Leitungswiderstand des Knochens, wenn derselbe auch nach Friedleben's Analysen etwas wasserreicher sein mag, als es Stark früher angab.

Die von Remak, Benedikt u. A. beobachteten klinischen Erscheinungen, welche von diesen Beobachtern als Resultat der Galvanisirung des Gehirns betrachtet wurden, konnten, soweit sie zuverlässig waren, ganz wohl auf dem Wege des Reflexes gedeutet werden«. —

Diese Anschauungen wurden jedoch von v. Ziemssen aufgegeben, nachdem durch Erb's, Burckhard's und v. Ziemssen's eigene Versuche dargethan war, dass bei den therapeutisch am Kopfe verwendbaren Stromstärken Stromschleifen das Gehirn durchziehen, welche in ihrer Intensität und Richtung dem Hauptstrome entsprechen. Von den bei Galvanisation des Kopfes beobachtbaren Erscheinungen erwähnt v. Ziemssen vor Allem der Lichterscheinungen, welche er auf galvanische Erregung der Retina bezieht; den Schwindel bezeichnet v. Ziemssen als Hauptsymptom der »galvanischen Erregung des Gehirns« und zwar als Symptom direkter Erregung, ohne sich näher darüber auszulassen, welche Theile der Gehirns er sich als Auslösungsort der

betreffenden Erregung denkt. Von den übrigen bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen erwähnt v. Ziemssen aus eigener Erfahrung: einen geringeren oder höheren Grad von Betäubung, Hinterhauptschmerz, Uebelkeit bis zum Erbrechen sich steigend.<sup>27</sup>

Erb<sup>28</sup> wies bekanntlich nach, dass bei Application schwacher, therapeutisch am Kopfe anwendbarer galvanischer und inducirter Ströme an den Schädel von Leichen sich Stromschleifen in solcher Menge und Intensität in dem Gehirn vertheilen, dass der geringe, auf die Berührungstelle zwischen Froschnerven und Gehirn entfallende Antheil derselben im Stande ist, Zuckung im Froschnerven hervorzurufen.« Erb zeigte ferner, dass die Verhältnisse beim Lebenden noch weit günstiger für das Eindringen des Stroms in das Gehirn liegen. Wir müssen darauf verzichten hier auf die betreffenden Ausführungen näher einzugehen. Erb glaubt, aus der in seinen Versuchen eingetretenen Reizung des Froschischiadicus folgern zu dürfen, dass man mit den therapeutisch verwendbaren Stromstärken auf das Gehirn erregend wirken könne, betont aber zugleich, dass dem constanten Strome jedenfalls noch andere als einfache Reizwirkungen zukommen. Er erinnert an die durch schwache, noch keinerlei Reizerscheinungen hervorrufenden Ströme zu bewirkenden Erregbarkeitsveränderungen in den Nerven, an die Einwirkung auf die Gefäße und Gefässnerven an die electrolytischen und vielleicht auch electromechanischen Wirkungen des Stromes.

»Allein«, bemerkt Erb des Weiteren, »abgesehen von der Frage, ob zur Erzielung therapeutischer Effecte am Gehirn immer eine Erregung nothwendig sei, scheint es mir auch gar keinem Zweifel zu unterliegen, dass man durch Galvanisiren des Kopfes das Gehirn wirklich erregen oder wenigstens Erscheinungen von Störung der Hirnfunktion hervorrufen kann. Man wird als Erscheinungen der Gehirn-

erregung doch wohl nicht excentrische Schmerzen oder gar allgemeine Zuckungen oder Konvulsionen der Körpermuskeln erwarten, denn bekanntlich hat das Gehirn nur sehr wenig sensible und wahrscheinlich gar keine motorischen Theile\*); allein ich denke, man darf die beim Galvanisiren des Gehirns eintretenden Erscheinungen: Schwindel, Betäubung, Uebelkeit, Ohnmacht, doch wohl unbedenklich als Gehirnerscheinungen ansehen. Besonders der Schwindel ist unzweifelhaft eine Gehirnerscheinung; mag er nun als Hallucination auftreten, oder durch Verstellungen erzeugt sein, die sich an bestimmte Sinnesbilder knüpfen, oder mag er von Störungen des Muskelgefühls und von abnormen Bewegungen herkommen — immer wird der Sitz des Schwindels, der Entstehungsort desselben im Gehirn zu suchen sein, er ist eine Function des Gehirns. Wenn wir also nachgewiesenermassen durch Application eines schwachen constanten Stromes auf den Schädel Schwindel erzeugen können, so muss dieser Schwindel einen centralen Ursprung haben, da die peripherischen Ursachen hier wegfallen. Denn von abnormen schwankenden Bewegungen des Körpers, wie sie von Immermann\*\*) als Ursachen mancher Schwindelformen nachgewiesen sind, kann doch unmöglich hier die Rede sein, und es wird wohl Niemand ernstlich behaupten wollen, dass die hiebei vorhandenen Erregungen der peripherischen Endigungen der Sinnesnerven den Schwindel zu erzeugen im Stande sind. Dazu gehören ganz andere Erregungen der sensorischen Apparate, die auch auf das Verstellen wirken, und die einfachen Lichtempfindungen, die beim Schliessen und Oeffnen des Stroms eintreten, oder die Geschmacksempfindungen während seiner Dauer dürften dazu ohne Zweifel nicht hinreichen. Ueberdies steht die Intensität des

\*) Vgl. Schiff, *Physiol.* Bd. I. S. 360 ff.

\*\*) Immermann, über den Schwindel bei Erkrankungen der hintern Schädelgrube und seine Abhängigkeit von reellen Schwankungen des Rumpfes. *Deutsches Archiv f. kl. Med.* Bd. I. S. 595.

Schwindels gar nicht im Verhältniss zur Intensität der Reizung der Sinnesnerven; denn der Schwindel ist am heftigsten bei der Application des Stromes auf die Fossa mastoidea viel weniger bei Application auf die Schläfen oder die Stirn, während an diesen Stellen die Retina viel stärker gereizt wird als beim Aufsatz der Pole an den Warzenfortsätzen.

In ähnlicher Weise wie der Schwindel lassen sich auch die übrigen Erscheinungen wohl nur als Gehirnerscheinungen auffassen; besonders kann die Betäubung, welche bei Anwendung grösserer Stromstärken auf den Kopf eintritt und die sich bis zu momentaner Unfähigkeit des Denkens steigern kann, wohl nicht anders gedeutet werden.«

Bezüglich der katalytischen Wirkungen Remak's bemerkt Erb, dass dieselben eine Combination verschiedener Stromeswirkungen darstellen; eine Combination der Einwirkung des Stromes auf die Blutgefässe, der electrolytischen und ohne Zweifel auch der electromechanischen Wirkungen des Stromes.

Brenner<sup>29</sup> erwähnt als physiologische Erscheinungen, welche bei Galvanisirung des Kopfes auftreten, Uebelkeit, Betäubung, Ohnmacht und vor Allem Schwindel, ferner das häufig eintretende Schlafbedürfniss; an einer frühern Stelle<sup>30</sup> berührt er den oft lange anhaltenden Druck in der Mitte des Hinterhaupts über der Protuberantia occipitalis. Die Lichterscheinungen betrachtet Brenner als Folgen direkter galvanischer Reizung des Sehnervenapparates<sup>31</sup>. Brenner erörtert sehr eingehend den Einfluss der Stellung der Electroden auf das Zustandekommen des Schwindels, ohne aber im Uebrigen über den Ort und die Art der Auslösung dieser Erscheinung etwas Weiteres zu bemerken, als: »Der Schwindel ist übrigens von allen physiologischen Symptomen der galvanischen Hirnreizung das Sicherste.« Er scheint also denselben als durch directe galvanische Reizung des »Hirns« verursacht zu betrachten. Es geht dies auch aus Be-

merkungen an anderer Stelle<sup>32</sup> hervor. Brenner ist mit der centralen Behandlung cerebraler Lähmungen, wie sie von Remak geübt und von Benedict empfohlen und cultivirt wurde, nicht einverstanden.« »Vor allen Dingen«, sagt Br., ist diese Methode keine Methode, denn es fehlt ihr jede zu Grunde liegende klare Anschauung; es fehlt ihr jede auf exact beobachtete Thatsachen gegründete Technik. Von der Galvanisation des Gehirns wissen wir bis jetzt nur, dass die Hüllen desselben es nicht vor dem galvanischen Strom isoliren, und dass bei Durchleitung des letzteren durch den Kopf gewisse Erscheinungen auftreten, welche wir auf Hirnreizung beziehen müssen.« Und weiter unten: »Es ist ferner keineswegs gewiss, ja man darf es als sehr zweifelhaft ansehen, dass wir beim Aufsetzen der Electroden an den Kopf alle einzelnen Theile des Gehirns in einer zur Erreichung therapeutischer Effecte hinreichenden Stromdichte zu treffen vermögen; und ebenso sind wir noch in hohem Grade unsicher in Bezug auf die Localisation des Stromes in den einzelnen treffbaren Theilen des Gehirns. Schon hieraus folgt, dass man von einer centralen Behandlungsmethode der Hirnkrankheiten, welche ja die verschiedensten Punkte einnehmen können, im Allgemeinen nicht reden dürfe.« Brenner hält aber auch die »Galvanisation des Gehirns« erkrankten Gehirnen gegenüber für eine bedenkliche und gefährliche Sache. Er führt einen ihm mitgetheilten Fall an, in welchem durch Galvanisation des Kopfes (welche der Beschreibung nach jedoch nicht mit der nöthigen Vorsicht ausgeführt wurde) eine Hirnhämorrhagie veranlasst worden sein soll, und theilt ähnliche schlimme Erfahrungen anderer Beobachter (Benedict, Duchenne, Hiffelsheim) als Folgen der Galvanisation am Kopfe mit.<sup>33</sup> Dagegen hält er die von andern Electrotherapeuten (Remak und Benedict insbesondere) behauptete Thatsache von erzielten Erfolgen, insbesondere unmittelbarer Besserung der Lähmung



bei Hirnpoplectikern durch Galvanisation am Kopfe für noch nicht genügend festgestellt. Die Möglichkeit therapeutischer Erfolge der »Hirngalvanisation« hält Brenner indess für wohl gegeben.<sup>35</sup>

Moritz Meyer<sup>35</sup> befasst sich mit den physiologischen Erscheinungen der Kopfgalvanisation nicht näher. In Bezug auf die therapeutischen Wirkungen des Stromes huldigt er den Anschauungen Remaks. Bei den apoplectischen Lähmungen schreibt er der directen Durchströmung des Gehirns den Nutzen zu, dass dadurch die den apoplectischen Herd umgebende Gehirnpartie, welche durch Hyperämie, seröse Durchfeuchtung u. s. w. functionsunfähig geworden ist, wieder functionirend und so den anatomischen Veränderungen vorgebeugt wird, welche secundär durch das Extravasat absteigend bis zu den Nerven und Muskeln bedingt werden.<sup>36</sup>

Fieber<sup>37</sup> bemerkt, dass Betäubung, Schwindel, Ueblichkeit bis zum Erbrechen bei centraler Application des Stromes beobachtet worden sind, und dass diese Erscheinungen zuweilen erst dann auftreten, wenn die electriche Behandlung bereits vorüber ist, zuweilen selbst dann, wenn während derselben vom Strome gar nichts gefühlt wurde. Fieber will diess u. A. auch bei einer Epileptischen beobachtet haben, bei welcher nur schwache Ströme angewendet worden waren. Diese Erscheinungen sollen auch bei Anwendung des faradischen Stromes vorkommen.<sup>38</sup>

Althaus<sup>39</sup> bemerkt, dass der constante Strom die einzige Art der Electricität sei, welche in mässiger Stärke angewandt eine deutliche physiologische Wirkung auf das Gehirn des lebenden Menschen habe. Alle Erscheinungen, welche nur durch directe Einwirkung des Stromes auf die Gehirnssubstanz selbst erklärt werden können, erwähnt er: Schwindel, Uebelkeit, Ohnmacht, Erbrechen und selbst Convulsionen. Die Licht-, Schall-, etc. Empfindungen, welche bei Application des constanten Stromes am Kopfe wahrgenommen

werden, betrachtet er ebenfalls als Beweise der Fortleitung des Stromes in die Gehirnsubstanz und zwar glaubt er, da diese Sensationen auch bei Application der Electroden in einer Entfernung von den betreffenden Sinnesorganen wahrgenommen werden, dass die betreffenden Sinnesnerven von dem galvanischen Einflusse an der Basis des Gehirns betroffen werden. Dem Einwande, dass die in das Gehirn eindringenden Stromschleifen, möglicherweise zu schwach seien, um therapeutische Effecte zu erzielen, begegnet Althaus mit den Bemerkungen, dass diese Stromschleifen durchaus nicht so schwach seien, als man sich vorstellen möchte, und dass es nicht erwiesen sei, dass nur starke Ströme Nutzen bringen könnten, dass eine derartige Vorstellung vielleicht bezüglich des Inductionstromes berechtigt sei, der nur ein mächtiges Reizmittel darstelle, während der constante Strom nicht bloß reizende, sondern auch katalytische, electrolytische und electroendosmotische Wirkungen habe. Trotz alledem nimmt Althaus nicht eine directe Uebertragung und hiemit auch Einwirkung des Stromes auf das Gehirn an, sondern hält dafür, dass die Reflexfunction der N. Trigeminus das Hauptmedium sei, durch welches der Strom auf das Gehirn fortgepflanzt werde, dass also die Uebertragung oder Fortleitung des Stromes auf das Gehirn nicht physikalisch, sondern physiologisch durch Nervenerregung geschehe. Althaus stützt diese Annahme auf die Beobachtung eines Falles von doppelseitiger Quintusanästhesie, in welchem die Application intensiver Ströme keine der gewöhnlichen physiologischen Erscheinungen bei Galvanisiren des Kopfes hervorrief, und erst sehr mächtige Ströme Andeutungen dieser Erscheinungen (geringen Schwindel, etc.) zu produziren im Stande waren. Mehrere ähnliche Beobachtungen, wurden in neuerer Zeit publicirt (von Rosenthal, Buzzard); es handelte sich hierbei zumeist um Fälle von hysterischer Hemianästhesie, in welcher durch Application mächtiger Ströme an der einen

Kopfhälfte kein Schwindel etc. erzeugt wurde. Wir müssen die Erörterung der Frage, wie sich diese Beobachtungen deuten lassen, auf eine spätere Stelle versparen, an welcher wir des Näheren darauf eingehen werden, wie weit sich die dunklen Pfade der Reflexe zur Erklärung der Erfolge der Kopfgalvanisation herbeiziehen lassen. Vorläufig müssen wir uns begnügen, auf den Widerspruch in den Althaus'schen Anschauungen hinzuweisen. Auf der einen Seite wird von A. zugestanden, als durch die Erb'schen Versuche erwiesen, dass bei der therapeutischen Application des Stromes an den Kopf Stromfäden in die Gehirns substanz eindringen, wird auch von einer directen Einwirkung des Stromes auf das Gehirn gesprochen, auf der andern Seite wird wieder als erwiesen betrachtet, dass die Fortleitung des Stromes auf das Gehirn keine physikalische, sondern eine durch Nerven thätigkeit vermittelte ist. Wie sich diese beiden Anschauungen miteinander vereinigen lassen, ist uns einigermassen räthselhaft. Bezüglich der therapeutischen Effecte des constanten Stromes huldigt Althaus im Allgemeinen den Remak'schen Anschauungen (katalytische, antispasmodische, antiparalytische Wirkungen). Ob bei hämorrhagischen Gehirnherden der Prozess der Wiederherstellung selbst und die Bildung der Cyste (die Abkapselung des Herdes) gefördert oder beschleunigt werden kann durch den Gebrauch des constanten Stromes, hält A. für zweifelhaft; aber, sagt er, es scheint gewiss, dass durch Gehirngalvanisation die Theile in der Nachbarschaft der paralyisirenden Läsion, welche durch Hyperämie, serösen Erguss, oder Shock zur Erfüllung ihrer Function untauglich geworden sind, zuweilen durch den galvanischen Reiz zur Wiederaufnahme ihrer Function befähigt werden.<sup>40</sup> An einer andern Stelle<sup>41</sup> bezeichnet er als Wirkungen des Stromes: Hemmung der entzündlichen Reizung, Förderung der Aufsaugung von Ergüssen, Wiederherstellung der vitalen Energie in Theilen, welche derselben durch Druck von Er-

güssen oder durch die Erschütterung während des apoplectischen Anfalles beraubt wurden.

Beard und Rockwell<sup>42</sup> sind nicht der von nahezu allen übrigen Electrotherapeuten getheilten Ansicht, dass der Inductionsstrom am Kopfe applicirt die vom constanten Stromerzielten physiologischen und therapeutischen Wirkungen nicht herbei zu führen vermag, sie schreiben beiden Stromesarten im wesentlichen gleiche, nur dem Grade nach verschiedene Effecte zu. Den constanten Strom halten sie für indicirt, um mit besonderer electrolytischer Kraft auf das Gehirn oder andere Theile des Nervensystems einzuwirken.<sup>43</sup> Die Electrification des Kopfes verursacht nach ihnen durch Reizung der Retina Lichterscheinungen, sowie Schwindel, bei zu langer Application des Stromes Kopfweh, Schlaflosigkeit, allgemeines Missbehagen; sie erwähnen ferner Congestion Convulsion und Hämorrhagie als Folgen zu langer Applicationen. Die Lichterscheinungen betrachten diese Autoren als Ausdruck reflectorischer Erregung des Sehnerven (vom N. trigeminus oder von anderen Nerven am Halse aus). Sie gedenken auch des Umstandes, dass in manchen pathologischen Fällen die Lichterscheinungen ebenso der Schwindel bei Galvanisation des Kopfes nicht oder nur durch sehr starke Ströme hervorgerufen werden.<sup>44</sup> Bezüglich der therapeutischen Effecte der Electrification des Kopfes unterscheiden sie wie bei der von ihnen cultivirten und in die Praxis eingeführten allgemeinen Electrification primäre, secundäre und permanente Wirkungen. »Application auf das Gehirn und das sympathische System können primär Linderung der Schmerzen, einen leichten Grad von Erheiterung, ein Gefühl von Wärme oder Schläfrigkeit im Gefolge haben; secundäre Ermattung, Kopfweh oder Muskelschmerz, oder Verschlimmerung der Krankheitssymptome; permanent in Folge von besserem Schlaf, Kräftigung und vermehrte Arbeitsfähigkeit. Aber diese Aueinanderfolge der Wirkungen der localisirenden Electrification

ist eine ausnahmsweise, selbst bei Applicationen auf den Kopf. Viel häufiger bemerkt man die permanenten Wirkungen ohne den primären, oder sowohl die permanenten als die secundären, zuweilen bloß die letzteren.«

Bezüglich der Behandlung cerebraler Lähmungen ausschliesslich mit Galvanisation des Kopfes äussern Beard und Rockwell, dass die Resultate derselben nicht befriedigende seien; sie führen einen Fall an, in welchem ein sehr rascher Rückfall (fast auf Hämorrhagie deutend), durch zu starke Galvanisation des Kopfes »möglicherweise« verursacht wurde.<sup>45</sup>

Arndt<sup>46</sup> glaubt durch Herbeiziehung der an peripheren Nerven nachgewiesenen Erscheinungen des Anelectrotonus und des Katelectrotonus die Remak'schen Lehren von der Wirkung des galvanischen Stromes »ebenso einfach als un-gezwungen« erklären zu können. Der Anelectrotonus, in welchem die Erregbarkeit des galvanisirten Nerven herabgesetzt, soll die antispastische, der Katelectrotonus, in dem die Erregbarkeit gesteigert ist, die antiparalytische Wirkung ergeben. Durch letzteren soll sich auch nicht minder leicht die katalytische Wirkung erklären. »Durch Reizung der Gefässnerven nämlich wird die Resorption angeregt, gerade so, wie durch Jod und seine Präparate, durch Cantharidenpflaster, das Glüheisen und die Moxen. In Folge der gesteigerten Resorptionsfähigkeit der betreffenden Organe werden nun die Exsudate aufgesogen und entfernt, nicht aber dadurch, dass dieselben einfach mechanisch in der Richtung des Stromes fortgeschleppt werden.« Arndt hält für den geeignetsten Ort, um auf das Gehirn durch die Electricität einzuwirken, das Rückenmark- und die peripheren Nerven, welche er in den Zustand des Anelectrotonus versetzen will, um Reizzustände in denselben zu beseitigen und hiedurch wiederum günstig auf das Gehirn einzuwirken. Von der Galvanisirung des Kopfes glaubt er, dass sie auf die Fälle zu beschränken sei, »in denen man nur vorübergehend be-

ruhigend oder anregend wirken will, ohne durch Einwirkung auf die nächstliegenden ursächlichen Momente eine dauernde Besserung zu erzielen.«<sup>47</sup>

Eine eingehendere Untersuchung »über die beim Galvanisiren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellungen vom Verhalten im Raume« verdanken wir Hitzig.<sup>48</sup> Wir können aus dieser eine Fülle interessanter Details bietenden Arbeit nur das uns hier zunächst Berührende hervorheben. Nach Hitzig treten bei stärkeren Strömen neben den bekannten als Schwindel bezeichneten Störungen des Sensoriums (des Verstellens) Scheinbewegungen der Gesichtsobjekte ein; hie und da bei gleich starken, immer aber bei noch stärkeren Strömen »schwankt die Versuchsperson bei der Kettenschliessung mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Seite der Anode und bei der Kettenöffnung nach der Seite der Kathode.« Ferner treten bei Anwendung stärkerer Ströme unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen ein, die auch während der Stromdauer anhalten und ihrem Character nach bei Gesunden fast immer associirte (nystagmusähnliche) sind. Die Bulbi erfahren zunächst eine ruckweise Drehung nach der Seite der Anode, während des Geschlosseneins der Kette bewegen sie sich langsam nach der Kathode hin. Bei starken Strömen bleibt letztere Drehung aus, so dass die Bulbi mit schwachen Oscillationen nach der Anode hin fixirt bleiben.<sup>49</sup> Von diesen Augenbewegungen weist nun Hitzig nach, dass sie nur durch Beeinflussung centraler Gebilde zu Stande kommen können. \*) Hitzig bestätigt ferner die schon von Brenner gemachte Beobachtung, dass das Zustandekommen des Schwindels verhindert wird, wenn man beide Schädelhälften mit der gleichnamigen Electrode reizt, während solcher sogleich eintritt,

---

\*) Wundts<sup>50</sup> Angaben über den gleichen Gegenstand weichen in manchen Punkten von denen Hitzig's ab und sind zum Theil unter sich widersprechend.

wenn man eine der beiden gleichnamigen Electroden entfernt. Er glaubt hieraus schliessen zu dürfen, dass die durch den constanten Strom ausgelösten Reizerscheinungen (Schwindel, Augenbewegungen etc.) auf analoge Erregbarkeitsveränderungen zurückzuführen sind, wie die nach den Untersuchungen von Pflüger an den electrotonisirten Nerven vorhandenen. Inducirte Ströme bewirken nach Hitzig weder Schwindel noch Augenbewegungen, ebenso Kettenschliessungen und Oeffnungen von ganz kurzer Dauer, woraus Hitzig schliesst, dass der Galvanismus bei Auslösung des Schwindels in der Art einer Summirung von Reizen wirkt. Der optische Theil der Schwindelempfindungen (die Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte) ist nach H. auf die galvanischen Augenbewegungen zurückzuführen, der andere Theil der Schwindelempfindungen, insoferne sie den eignen Körper betreffen, von einer directen Beeinflussung des Gleichgewichtsorganes abhängig. Dieses Organ scheint Hitzig in dem Kleinhirn anzunehmen, von welchem er durch Versuche an Kaninchen nachweist<sup>51</sup> »dass man alle die beim Galvanisiren durch den Kopf eintretenden, und als Schwindelerscheinungen zu betrachtenden Störungen der Muskelinnervation in ihrer Gesammtheit oder einzeln hervorbringen kann, je nachdem man die normalen Zustände des Kleinhirns allgemein oder local ändert.« Was nun die Art des Zustandekommens der vorstehend erwähnten Reizerscheinungen bei Galvanisation des Kopfes (resp. den Ort der Einwirkung des Stromes) anlangt, so verwahrt sich Hitzig dagegen, dass es sich um Reflexwirkungen handle, ebenso lehnt er ein Heranziehen des Sympathicus entschieden ab. Dagegen will er es nicht in Abrede stellen, »dass mancherlei für eine Vermittlung durch die vasomotorischen Nerven des Gehirns spricht.« Er hält es für möglich »dass eine electrotonisirende Wirkung auf die Nervensubstanz des Gehirns überhaupt nicht oder nur

in untergeordnetem Masse stattfindet, und dass direct nur die das Gefässcaliber beherrschenden Nerven beeinflusst werden.«<sup>52\*</sup>)

An einem anderen Orte<sup>53</sup> berichtet Hitzig, dass er von der Einwirkung des Galvanismus auf die medulla oblongata und den oberen Theil des Rückenmarkes unzweifelhafte, aber vorübergehende Erfolge in der progressiven Paralyse der Irren gesehen habe, und dass sich insbesondere die Sprachstörungen noch während der Sitzung besserten. (Aehnliches berichtet Schüle, v. Ziemssen's Handbuch, 16. Band, S. 682).

Legros und Onimus gehen in ihrem Werke (*traité d'électricité médicale*, Paris 1872) auf die bei Galvanisation des Kopfes beim lebenden Menschen zu beobachtenden physiologischen Erscheinungen (Schwindel etc.) wenig ein. Sie legen grosses Gewicht auf die angewandte Stromrichtung und schreiben auf Grund einer experimentellen Beobachtung am Hunde den beiden Stromrichtungen (absteigend und aufsteigend) sehr verschiedene Wirkungen betreffs der Circulation in der Schädelhöhle zu. Die betreffende Beobachtung ist folgende:

»Sur un chien robuste, nous avons trépané le crâne, afin d'examiner l'état des vaisseaux cérébraux, sous l'influence des courants continus. En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur une plaie du cou près du ganglion cervical supérieur (dix éléments, Remak) on déterminait un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaisait légèrement, mais d'une manière

\* In Parenthesi sei erwähnt, dass Hitzig als Nachwirkungen der galvanischen Reizung des Gehirns mit starken Strömen anführt: Empfindung dumpfen Druckes, namentlich im Hinterkopf, Uebelkeit, manchmal auch Schwindelempfindungen. Dass übrigens die Anwendung starker Ströme selbst bei der von Hitzig geübten Methode nicht so harmlos ist, wie H. anzunehmen scheint, beweist die Erfahrung, welche H. an sich selbst machte, (Einschlafen der Glieder, pelzige Empfindungen, Unfähigkeit zu geistiger Arbeit bei Electricirtwerden mit starken Strömen.)



visible. En mettant, au contraire, le pôle positif sur le cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observait une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau faisait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la vôte crânienne.«<sup>54</sup>

Sie glauben, dass man demzufolge nach Belieben die Circulation in dem Gehirne steigern oder verringern kann. Die nach Galvanisation des Kopfes oft eintretende Neigung zum Schläfe wird von der durch die Galvanisation bewirkten Verengerung der Gehirngefäße abgeleitet.<sup>55</sup> Die direkte Electrisirung (constanter oder inducirter Strom) der Gehirnwindungen bei Thieren hat nach diesen Beobachtern keine Schmerzäußerung und keinerlei Bewegung, nur eine Neigung zum Schlafen, eine Art Stupor und grosser Ruhe zur Folge.<sup>56</sup> Der Beeinflussung der Circulation im Gehirne durch den constanten Strom schreiben diese Autoren auch die günstigen therapeutischen Resultate zu, die sich, nach ihnen bei Gehirnhämorrhagieen und andern auf Circulationsstörungen im Gehirne beruhenden Leiden erzielen lassen. Bei der Congestion sowohl als der Anaemie des Gehirns soll der constante Strom sich gleich nützlich erweisen.\*)

Nach Rosenthal<sup>59</sup> sind Eingenommenheit des Kopfes, Erzeugung von Schlaf, Schwindel, Sinnesreizung Erschein-

---

\*) Legros und Onimus polemisieren gegen Remak's Ansicht von der Einwirkung des constanten Stromes auf die Circulation; »il ad mettait une dilatation passive sans faire a ce point de vue d'experiences physiologiques.«<sup>57</sup> Bekanntlich stützte aber Remak wesentlich auf physiologische Beobachtungen am Froschschenkel seine Annahme von den gefässerweiternden Wirkungen des constanten Stromes. Nach den eigenen Beobachtungen der beiden Autoren werden durch Inductions- und constante Ströme von kurzer Dauer die Gefäße verengt und die Circulation verlangsamt und selbst vollständig gehemmt, während constante Ströme von längerer Dauer je nach ihrer Richtung die Circulation beschleunigen oder verlangsamen. Der centrifugale, absteigende Strom soll die Gefäße erweitern, die Circulation beschleunigen; der centripetale, aufsteigende Strom, die entgegengesetzte Wirkung haben.<sup>58</sup>

ungen, welche auf das Eindringen electricischer Ströme in die Hirnsubstanz deuten, dem inducirten Strome soll diese Reizkraft nur in ganz geringem Grade eigen sein. »Der Schwindel ist das bezeichnendste Symptom galvanischer Hirnreizung.« »Insbesonders ist er bei vorhandener Reizung in der cerebralen oder spinalen Sphäre, ebenso auch bei nervösen, hysterischen, blutleeren Personen durch geringe Stromstärken zu erzeugen; er kann bisweilen durch mehrere Stunden, ja selbst über den Tag dauern.« R. führt einen Fall an, in welchem eine nach leichter Apoplexie zurückgebliebene Kopfnuralgie mittelst starker galvanischer Ströme (durch den Kopf) behandelt wurde, und Patient sofort über starken Schwindel klagte, der sich auch am nächsten Tage nicht verlor und in der zweiten Nacht einen neuen tödtlich verlaufenden Anfall zur Folge hatte. Ferner bemerkt R., dass nach der Galvanisation des Kopfes nervöse Kranke bisweilen hochgradige Blässe des Gesichts, Uebelkeit, selbst Ohnmachtsanwandlung, zeigen. Nach Rosenthal äussert die Galvanisation des Kopfes auch auf die Erregbarkeit der peripheren Nerven einen Einfluss. Bei länger fortgesetzter, vorsichtig gesteigerter Erzeugung von Schwindel soll die Erregbarkeit der Nervenstämmen der Ober- und Unterextremitäten eine merkliche Erhöhung zeigen, derart, dass bei Reizung des Medianus oder Peroneus K S Z, ebenso A S Z und A O Z bei geringeren Stromstärken erfolgen, die sonst keine Contractionen auslösen. Die Beobachtung wurde seither von keiner Seite bestätigt (und, wie ich vorläufig bemerke, meine Nachversuche haben abweichende Resultate ergeben). Die Galvanisation des Kopfes bei apoplectischen Lähmungen wird von Rosenthal nicht verworfen, wohl aber vor starken Strömen und längeren Sitzungen gewarnt, die nebst Reizung der Netzhaut nicht unbedenkliche Congestivbeschwerden erzeugen sollen. Die Ansichten Remak's bezüglich der thereapeutischen Wirkungen des con-

stanten Stromes in solchen Fällen werden da gegen von Rosenthal nicht getheilt. »Wissen wir doch zur Stunde noch immer so viel wie nichts über die gepriesene katalytische Einwirkung des constanten Stromes auf die Centralorgane, wissen nicht, ob und wie er auf die Resorption von Exsudaten und Extravasaten wirkt, ob er auf vorhandene Stasen Einfluss nimmt, ob er eine Anregung der Ganglienzellen oder eine günstige Wirkung auf den molecularen Zustand der Hirnmasse irgendwie zu erzielen im Stande sei. Die mehr üblichen als verständlichen Galvanisationen am Kopfe (der Länge oder Quere nach) sowie am Hals-sympathicus sind in einzelnen Fällen empirisch zu verwerthen.«

Benedict weist auf den Umstand hin, dass schon innerhalb der Schädelhöhle von den Gehirnnerven Fasern zu den Gefässen abgehen und dass nach Meynert und Beetz innerhalb der Gehirnmasse auch Fasern zu den Gefässen sich begeben, welche überhaupt nie in eine Wurzel eintreten. Diese Verhältnisse sollen die Wichtigkeit der Galvanisation des Kopfes illustriren. »Eintretender Schwindel, congestive Zustände mahnen die Dauer und Intensität der Application zu verringern, weil man sonst grosse Beschwerden, selbst eklamptische Anfälle und Haemorrhagia cerebri, wie ich es sah, hervorrufen kann.« »Ausfallen der Zähne und Blindheit (Duchenne) sind ebenfalls Erscheinungen, die auf zu starke electriche Reizung im Gesichte und im Kopfe eintreten können.« Die Erregung der Sinnesnerven durch den Strom hielt Benedict früher für eine reflectorische, weil »die subjective Licht- und Gehörsempfindung immer ceteris paribus der sensiblen Empfindung proportional ist;« ferner in pathologischen Fällen durch Druck auf die Zitzenfortsätze oder die Halswirbelsäule auf die Schwerhörigkeit, auf das Ohrensausen und die Amblyopie verschlimmernd oder verbessernd sich einwirken lässt. Diese Auffassung wurde von

Brenner & Ziemssen mit Erfolg angegriffen und neuerdings von Benedict selbst aufgegeben,<sup>62</sup> der nunmehr ebenfalls von der directen Erregbarkeit der Sinnesnerven überzeugt ist, ohne übrigens die von Brenner und H. v. Ziemssen vorgebrachten Beweismomente alle zu acceptiren. Nach durch längere Zeit fortgesetzter Behandlung durch den Kopf sah B. in einigen Fällen ein Sinken der faradomuskulären Contractilität, (wozu B. vorsichtig bemerkt, dass möglicherweise die beiden Umstände nicht in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung stehen.)<sup>69</sup> In Bezug auf die Erklärung der therapeutischen Wirkungen des constanten Stromes tritt B. bekanntlich in die Fussstapfen Remak's. Die Einwirkung auf die Circulation, die trophischen Vorgänge im Nervensystem steht ihm obenan. »Weit wichtiger als die directe Einwirkung des Stroms auf die Nerven- und Muskelsubstanz ist der katalytische Effect des Stromes, d. h. seine Einwirkung auf die trophischen Vorgänge im Nervensystem.

Wenn wir eine Tabes, eine progressive Lähmung der Gehirnnerven heilen, so geschieht es gewiss nicht, weil der Nerv gereizt wird. Derselbe würde beim Vorwärtsschreiten des Processes gewiss ebenso gut untergehen, wie bei Durchschneidung des Nerven derselbe atrophirt trotz aller electrischen Reizung. Wenn wir mit diesen Krankheiten behaftete Patienten heilen, so geschieht dies, weil wir auf den Prozess einwirken. Die Art dieser Einwirkung auf Hyperämie und Entzündung nennen wir nach Remak Katalyse.

Die Hauptrolle spielt dabei gewiss die Einwirkung auf die Gefässnerven. Soweit wir durch Erfahrungen an Gesunden wissen, wird wesentlich durch die Reizung der Gefässnerven arterielle, nach Beard und Rockwell in der Retina auch venöse Hyperämie erzeugt; seltner kommen dadurch Gefässcontractionen zu Stande. Demnach würde der electriche Strom ähnlich wie leichte Aetzmittel wirken,

i. e. Resorption durch reactive Hyperämie. Ob nicht auch lebhaft und dauernde Gefäßcontractionen durch die elektrische\*) in pathologischen Fällen vorkommen, ist bis jetzt nicht nachgewiesen, aber aus der klinischen Erfahrung wahrscheinlich, da die besten Heilresultate zu Stande kommen, wenn wir allen Grund haben, ein bloß hyperämisches Stadium des pathologischen Processes anzunehmen.«<sup>70</sup> Demnach spielt bei Benedict die Galvanisation des Kopfes bei den verschiedensten auf Circulations- und Ernährungsstörungen beruhenden und mit solchen einhergehenden Leiden des Inhalts der Schädelhöhle (Hyperämie, Entzündung des Gehirns und der Gehirnhäute, Gehirnhämorrhagie, Thrombosis, Embolie, progressiver Bulbärparalyse, Psychosen. eine bedeutende Rolle und ist es insbesondere die electricische Beeinflussung der intracraniellen vasomotorischen Bahnen und Centren, welche Benedict hiebei im Auge hat.

Richter (Sonneberg)<sup>71</sup> ist von der Wirksamkeit der Galvanisation des Kopfes bei Gehirnleiden überzeugt. Er erinnert an die Versuche Erb's, Burkhardt's v. Ziemssens und glaubt, dass schon die täglich bei Anwendung des Stromes am Haupte Lebender beobachteten Erscheinungen, Schwindel, Eingenommenheit des Kopfes und Reizung der Sinnesorgane auf directe Einwirkung hinweisen. Ein ferneres Dokument hiefür soll das öfters bei der ersten Application des Stromes an den Kopf beobachtete Wegbleiben central bedingter peripherer Störungen oder centraler Störungen selbst sein. Wie diese Wirkungen zu Stande kommen, halt R. für eine heikle Frage, »da es schwer fällt, den Beweis zu führen, auf welche Weise der electricische Strom im Stande ist, corrigirend auf gesetzte Veränderungen der Nervencentra, sowie resorbirend auf wirkliche Exsudate einzuwirken, ob und wie eine Beseitigung der Leitungs- und Circulationshindernisse, des

---

\*) Behandlung? Es fehlt hier ein Wort im Benedict'shen Texte.

Drucks, eine Reizung der Ganglienzellen und eine Regulirung der Anordnung der electricischen Molecule durch denselben ermöglicht wird. »Leichtere und nicht zu veraltete und zu vorgeschrittene Hirnerkrankungen in Folge von Hyperämie, Anämie, Hysterie, Tabes, Apoplexie« hält R. für günstige Objecte der electricischen Hirnbehandlung.

Runge<sup>72</sup> glaubt, dass man aus den Ergebnissen der bekannten Experimente Burkhardt's und Ziemssen's nicht folgern dürfe, die bei Galvanisation des Kopfes ausgelösten Erscheinungen beruhen auf directer Reizung der Centralorgane. »Die Stromschleifen, welche die einzelnen Gehirnthelle treffen, sind wie die physikalische Rechnung leicht ergibt, so schwach, dass es unmöglich erscheint, alle Erscheinungen von Erregung des Gehirns durch den constanten Strom von directer Reizung abzuleiten. Bei Application schwacher Ströme, welche z. B. vom Halse nach dem Rumpfe gehen und bei sensiblen Personen bei Schluss-Oeffnung Schwindel erzeugen, liegt es doch gewiss nahe genug, nur eine Reizung des Hals-sympathicus anzunehmen und den Schwindel als Effect der vasomotorischen Schwankung, eines ungleichen Blutdruckes in beiden Gehirnhälften anzusehen. »Nach meinen Beobachtungen entsprechen die Stellen am Kopfe, von denen aus am leichtesten Schwindel etc. entsteht, durchweg dem Verlaufe grösserer Gehirnarterien.« Des Weiteren meint Runge, man könne erst dann, wenn einmal die durch Erweiterung und Verengerung der Gefässe einzelner Hirnpartieen bewirkten Erscheinungen genau bekannt sind, daran gehen, die auf diesem Wege nicht erklärbaren Erscheinungen von direkter Reizung des Gehirnes abhängig zu machen. Wie aber Schwankungen der Blutvertheilung einzelne der bei Kopfgalvanisation zu beobachtenden Wirkungen zu erklären im Stande sind, hierüber unterlässt Runge jegliche Andeutung.

Emminghaus<sup>73</sup> sah bei der Galvanisation des Kopfes und zwar insbesondere bei querer Durchleitung des Stromes

durch die Zitzenfortsätze sofortige Besserung bei zwei Fällen hysterischer Aphonie, in dem einen der beiden Fälle nach 4 Sitzungen völlige Heilung eintreten.

Hinze<sup>74</sup> glaubt auf Grund der älteren und neueren Ermittlungen über den Einfluss der Bogengänge auf die Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts, dass der galvanische Schwindel auf einer Reizung der Bogengänge, speciell der Ampullarnerven beruhe. Wie er sich den Vorgang des Näheren vorstellt, interessirt uns hier nicht. Eine im wesentlichen gleiche Auffassung hatte bereits Breuer<sup>75</sup> geäußert, und Hitzig<sup>76</sup> nach eingehender Kritik zurückweisen zu müssen geglaubt, einer Kritik, an deren Schluss er bemerkt, dass die Lösung der Aufgabe leichter gelingen wird, wenn man nicht plötzlich Alles auf Rechnung der modern gewordenen Canäle setzen will, sondern dem doch auch nothwendigen Centralorgane sein bescheiden Stück Function lässt.«

Erdmann<sup>77</sup> erwähnt, dass bei Querdurchleitung des Stromes durch den Kopf Schwindel, Schmerz, Betäubung und bisweilen Uebelkeit bis zum Erbrechen sich steigernd, bei vielen Versuchspersonen länger andauerndes Eingenommensein des Kopfes und nicht selten Schläfrigkeit eintritt. Näher geht Erdmann auf diese Erscheinungen nicht ein. In der Erklärung der therapeutischen Wirkungen des Stromes schliesst sich Erdmann an Remak und Benedict an, (antispastische, antiparalytische, katalytische Wirkungen) spricht hierbei von Reizung der vasomotorischen Nerven und Gefässe (Centren?), durch welche die katalytischen Wirkungen indirect zu Stande kommen. Die Möglichkeit, dass die das Gehirn treffenden Stromschleifen katalytische Wirkungen äussern und hiemit die Resorption von Blutergüssen, Exsudaten und selbst von Neubildungen anregen und fördern können, scheint Erdmann zweifellos.

Weniger sicher äussert sich in dieser Richtung Nothnagel:<sup>78</sup> »Dass Stromschleifen das Gehirn durchsetzen,«

bemerkt N. gelegentlich der Besprechung der Therapie bei Gehirnhämorrhagie, wird heute im Angesichte verschiedener klinischer Symptome und directer experimenteller Thatsachen (Erb) nur von Wenigen noch bezweifelt; ob aber damit auch wirklich ein resorptionsbefördernder Einfluss auf das Extravasat verbunden ist, bedarf noch durchaus des Beweises. Indessen steht es empirisch fest, wie Remak zuerst angegeben hat und seitdem von verschiedenen Seiten bestätigt ist, dass zuweilen durch die erwähnte Behandlung allein eine entschiedene Besserung im Zustande der Lähmung wie Contractur herbeigeführt wird. —

Neftel<sup>79</sup> berichtet von günstigen therapeutischen Erfolgen, die bei verschiedenen Erkrankungen (Neurasthenie des Gehirns, Geistesstörung mit Schlaflosigkeit, Diabetes mellitus, Hysterie u. s. w.) lediglich durch »Galvanisation des Gehirns« erzielt wurden. Seine Methode der Galvanisation des Gehirns besteht darin, dass er eine Elektrode stabil am Nacken aufsetzt und die andere über die Augen, Stirn und fossa auriculo-maxillaris langsam verschiebt. Er betont die Nothwendigkeit der Vermeidung grösserer Dichtigkeitsschwankungen des Stromes, des Beginnens mit sehr schwachen Strömen und des allmählichen Steigens mit der Stromstärke bis zum Auftreten schwacher Geschmacksempfindung und der optischen Reaction. Andere cerebrale Erscheinungen wie Schwindel, Uebelkeit, Schläfrigkeit, Ohnmacht etc. sollen sorgfältig vermieden werden. Indess gestattet Neftel auch Ausnahmen von dieser Regel. So soll unter Umständen Schläfrigkeit absichtlich durch längeres Durchleiten des Stromes oder Anwendung höherer Stromstärken hervorgehoben werden. Starkes Brennen begleitet von Schwindelgefühl soll zuweilen ausgezeichnete Dienste bei Hemicranie mit geröthetem Gesichte leisten, was uns nicht recht verständlich klingt. Es mag wohl sein, dass ein diese Erscheinungen hervorrufender Strom bei Hemicranie sich nützlich er-



weist, wie aber die Sensation des Brennens begleitet von Schwindelgefühl die Hemicranie beeinflussen soll, ist nicht zu ersehen. Nach N e f t e l scheint die Anode auf die Augen, Stirn und Schläfen applicirt eine angenehmere und wohlthätigere Wirkung auf das Gehirn auszuüben, als die Kathode. Anlangend die Erklärung der Wirkungen der Gehirngalvanisation bedauert N e f t e l den Mangel sicherer Anhaltspunkte, glaubt jedoch vorläufig die Deutung acceptiren zu dürfen, »dass der galvanische Strom einen natürlichen adäqualen Reiz auf das Gehirn ausübe, wodurch schliesslich eine Verbesserung der Ernährung des Gehirns, dieses Centralorganes sämtlicher Funktionen des Körpers, erzielt wird.«

Eulenburg<sup>80</sup> hat von der Galvanisation durch den Kopf und am Halse (Sympathicus) bei Hirnhämorrhagie niemals einen entschiedenen Nutzen gesehen und bekennt, dass er gegen die Anwendung dieser ihrer Wirkungsweise nach so dunklen Verfahren der centralen Galvanisation bei ausgesprochenen und schweren cerebralen Destructionen überhaupt eine gewisse Abneigung empfinde.

Clemens<sup>81</sup> hält sich für berufen, bei Behandlung der Sinnes- und Gehirnnerven vor dem Gebrauche kleiner Elemente zu warnen, »welche sich in ihren Effecten der wegen allzugrosser Spannung verlassenen Volta'schen Säule wieder unbewusst (?!) nähern«. Es ist durchaus nicht gesagt, meint Clemens, »dass Ströme, welche in die Quere durch den Kopf geschlossen, Schwindel und Neigung nach der Seite veranlassen, durch solche heftige Reactionen sich besonders als Heilmittel bei Kopfkrankheiten empfehlen, und ebensowenig dürfen wir einen Strom ganz unwirksam nennen, von dessen Schliessung Patient sozusagen nichts fühlt. Ich habe mit fusshohen Bunsen'schen Elementen (jedes Element enthielt 2 Kohlen- und 2 Zinkcylinder) Gehirnaffectationen wie Krankheiten der Sinnesnerven geheilt, ohne dass meine Patienten Schwindel bekamen oder gar

umfielen und sie wurden dennoch geheilt, ohne dass besondere Reactionserscheinungen aufgetreten waren.« Clemens gedenkt ferner der individuellen Verschiedenheit der Reactionserscheinungen bei Galvanisation des Kopfes und glaubt, dass die Versuche von Fritsch und Hitzig mit ganz schwachen Strömen (Siemens'sche Elemente) wenigstens dargethan hätten, dass wenn wir auf den Kopf mit feuchten Electroden und mit Vermeidung von starker Spannung mit grossen Elementen wirken, wir auf eine allgemeine Erregung des Gehirns rechnen können, welche weder Schwindel noch sonstige bedenkliche Symptome zur Folge haben.«

Letourneau theilt in einem »D'électrisation céphalique« betitelten Aufsatz<sup>82</sup> mehrere experimentelle Beobachtungen an Thieren mit. Er sah u. A. bei einem Hunde, welchem ein constanter Strom von der Stirne zum Nacken geleitet wurde (— Pol Stirn, + Pol Nacken) Erweiterung der Pupille, Exophthalmus und eine bedeutende Verengung der Retinagesässe bei jeder Unterbrechung (recte Wendung, nicht während des Fliessens) des Stromes eintreten. Zur Unterbrechung des Stromes bediente sich L. des Trouvé'schen Unterbrechers, welcher die Stromrichtung umkehrt; »mais ce fait n'a eu sur les resultats obtenus aucune influence,« glaubt L., eine gewiss eigenthümliche Anschauung. Beim Menschen beobachtete L. bei Application des + Pols an den Nacken, des — Pols hinter den hinteren Rand des aufsteigenden Unterkieferastes alsbald nach Schliessung eines Stromes von 10 Elementen (von Trouvé's Elementen au sulfate de cuivre) allmälige Verengung der Retinagesässe, nach Verlauf von  $\frac{1}{2}$  Minute eine allmälige sehr mässige Erweiterung und eine starke Verengung im Momente der Unterbrechung des Stromes. Diese, auch für das Gehirn supponirte Contraction der Gefässe soll den Schwindel erklären, den die Electricirung des Kopfes gewöhnlich hervorruft. Der Schwindel soll auf Gehirnanämie beruhen.

Die Verengerung der Gefässe soll ferner die oft unüberwindliche Schlafneigung nach Electricirung des Kopfes verursachen. L. glaubt daher die Electricirung des Kopfes bei Geisteskrankheiten, besonders bei nicht veralteten empfehlen zu können. In einem späteren Aufsatze<sup>83</sup> theilt L. folgenden unter Beihilfe von Laborde unternommenen Versuch mit. Einem 1 Monat alten Kätzchen wird ein beträchtlicher Theil des Schädeldaches abgetragen und hierauf ein Strom von 18 Elementen (Onimus—Brewer) derart durch den Kopf geleitet, dass der + Pol hinter den aufsteigenden Ast des Unterkiefers, der — Pol an die Stirn über die Augen applicirt wird. 10—15 Secunden nach Schliessung des Stromes wurden die feinen arteriellen Verzweigungen der Dura mater (?) weniger sichtbar und etwas später erblassten auch die venösen. Bei jeder Unterbrechung (Wendung?) des Stromes verengerten sich die Gefässe für einen Augenblick noch mehr, um hierauf sich wieder etwas zu erweitern. An der später blossgelegten Pia Mater konnte man nach Belieben die gleiche Verengerung der Gefässe herbeiführen. L. glaubt daher, dass es nicht bloss möglich, sondern sogar leicht sei, beim Menschen durch eine geeignete Electricisation eine temporäre Gehirnanämie herbeizuführen und dass man durch häufige (tägliche) Herbeiführung dieser temporären Anämie congestive Zustände des Gehirns beseitigen könne.

Berger<sup>84</sup> wandte in Fällen von Tic convulsif u. Chorea minor von der Annahme ausgehend, dass möglicherweise ein Reizungszustand der entsprechenden motorischen Grosshirnrindencentren den Störungen zu Grunde liege, die Galvanisation des Kopfes in der Weise an, dass er die Anode an die Scheitelregion ansetzte, die Kathode dagegen an die Hand oder den Rücken applicirte. Er sah von dieser Methode bei den genannten Leiden, ferner in Fällen von partieller, halbseitiger Epilepsie (sogen. Rindenepilepsie) günstige Resultate, bei letzteren Erkrankungen allerdings nur vorübergehende.

Schiel<sup>85</sup> untersuchte mit dem Burg'schen federnden Dynamometer, wie sich die Krafterleistung des Arms während der Galvanisation des Gehirns durch einen vom Nacken zur Stirn gerichteten Strom verhält. Er fand, dass hierbei die Krafterleistung des Arms normal bleibt, aber die während dieser Zeit durch einen Inductionsstrom an Rumpf und Extremitäten ausgelösten Zuckungen in manchen Fällen einen deutlichen, wenn auch geringen Unterschied erkennen lassen. Ferner constatirte er, dass bei einem ziemlich kräftigen Kopfstrom die Reflexe ungehindert fortbestehen, die Iris dabei in gewöhnlicher Weise auf Licht und Schatten reagirt. »Bemerkenswerth ist,« sagt Sch. »dass weder die Willensleistung durch eine Stromesrichtung, noch die seelischen Functionen des Centralorgans überhaupt, selbst durch einen ziemlich starken Kopfstrom ganz und gar nicht betroffen zu werden scheinen.«<sup>\*)</sup>

### **Eigene Erfahrungen über die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes.**

Indem ich nun zu meinen eigenen Erfahrungen übergehe, muss ich zunächst bemerken, dass ich hier nur auf einige von den übrigen Electrotherapeuten wenig oder gar nicht berührte Punkte einzugehen gedenke. Meine Beobachtungen bezüglich der am häufigsten bei Kopfgalvanisation beim Menschen auftretenden Erscheinungen stimmen im Wesentlichen mit denen der vorstehend angeführten Autoren überein. Von diesen Erscheinungen: Schmerz an der Applicationstelle der Electroden, insbesondere der negativen, Licht- und Farbenercheinungen, Schwindel (wobei ich unter Schwindel alle Störungen des Sensoriums von dem leisesten Gefühle der Unsicherheit, der leichtesten Be-

---

<sup>\*)</sup> Wörtliches Citat. Schiel meint wohl das Gegentheil dessen, was er sagt. --

nommenheit bis zum Fallen nach der Seite und der Betäubung zusammenfasse) fand ich, dass die Leichtigkeit oder Schwierigkeit ihres Hervorgerufenwerdens nicht blos bei verschiedenen Individuen sondern bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten sehr erheblich schwankt und dass diese Schwankungen im Allgemeinen mindestens eben so sehr wie von dem Verhalten der Schädeldecken (d. h. der Stromwiderstände) von dem Grade der Reizbarkeit des Nervensystems abzuhängen scheinen. So ist z. B. nach einer schlaflos zugebrachten Nacht, nach einer heftigen gemüthlichen Erregung eine Stromstärke, welche den Tag zuvor leicht ertragen wurde, nur mässiges Brennen und schwache Lichterscheinungen oder geringen Schwindel erzeugte, geradezu unerträglich, weil sehr heftige Schmerzen, Lichterscheinungen von beängstigender Stärke, allgemeine Aufregung etc. verursachend. Die Erscheinung des Schwankens des Kopfes nach der Seite der Anode habe ich bei einem  $\frac{1}{2}$  jährigen Kinde, das schlafend auf dem Schoosse seiner Mutter ruhte, bei Querleitung eines sehr schwachen Stromes beobachtet, ein Beweis, dass diese Erscheinung von irgend welchen Vorstellungen über das Verhalten des Körpers oder der äusseren Objecte im Raume ganz unabhängig ist, \*) wenn sie auch bei Erwachsenen gewöhnlich von Störungen in diesen Vorstellungsbereichen begleitet ist. Gehörs- oder Geschmackssensationen werden nach meinen Beobachtungen, gleichgiltig welche Stromrichtung man anwendet, bei den mittleren der anwendbaren Stromstärken selten bei Kopfgalvanisation wahrgenommen oder wenigstens angegeben. Es ist diess einigermassen

---

\*) Ebenso habe ich häufig bei Kaninchen, welche sich in Chloroformnarkose befanden, diese Neigung des Kopfes nach der Seite (Seitenzwangslage, Hitzig) insbesondere bei Durchleitung des Stromes quer durch den Kopf beobachtet, hie und da plötzlich eintretend, ohne dass hiebei das Thier irgendwie ein Erwachen aus dem Chloroformschlaf bekundete.

auffallend, wenn man berücksichtigt, dass bei Galvanisation des Rückens, bei Application einer Electrode an die unterste Partie der Halswirbelsäule schon ganz gewöhnlich Metallgeschmack eintritt. Ueber Hinterhauptsschmerz hörte ich nur selten und nur bei querer Durchleitung des Stromes klagen. Zur Lösung der Frage, ob sich durch die Galvanisation des Kopfes eine nachweisbare Aenderung in den Erregbarkeitsverhältnissen der peripheren Nerven herbeiführen lasse, habe ich eine Anzahl von Versuchen an mehreren Personen angestellt und bin hiebei zu im Wesentlichen übereinstimmenden Resultaten gelangt. Nach meinen Ermittlungen wird durch die Galvanisation des Kopfes die Erregbarkeit der peripheren Nerven nicht in merklicher Weise beeinflusst. Ich will zur Illustrirung die Ergebnisse einiger meiner Versuche mittheilen:

#### Nr. 1.

Herr von 50 Jahren, bei welchem die Galvanisation des Kopfes schon sehr oft angewendet worden war:

Stromstärke am Kopfe applicirt: 7 Siemens'sche Elemente;  
 Durchströmungsdauer: 1 Minute;  
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom \*);  
 Prüfungsstelle; Nervus medianus am Vorderarm;  
 Stromstärke (Rollenschiebung), nöthig zur Auslösung von  
 Zuckungen;  
 vor der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter;  
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

#### Nr. 2.

Derselbe Mann:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 7 Siemens'sche Elemente;  
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;

---

\*) Es wurde bei allen diesen Versuchen ein Dubois'scher Schlittenapparat, getrieben von 2 Leclanché-Elementen und mit Millimeterscala versehen, angewendet. Die für einen bestimmten Reizeffect erforderliche Stromstärke wurde immer erst nach wiederholten Prüfungen notirt.

Prüfungsstelle: Nervus radialis am Oberarm;  
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;  
 vor der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter;  
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

## Nr. 3.

## Derselbe Mann:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 5 Siemens'sche Elemente von  
 Schläfe zu Schläfe;  
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;  
 Prüfungsstelle: Nervus facialis;  
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;  
 vor der Galvanisation des Kopfes:  $2\frac{1}{2}$  Centimeter;  
 während der Galvanisation des Kopfes:  $2\frac{1}{2}$  Centimeter.

## Nr. 4.

## Mann von 30 Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 10 Siemens'sche Elemente  
 in der Hauptschliessung, 90 Siem. E. in der Nebenschlies-  
 sung des Rheostaten. Leitung längs durch den Kopf (Pole  
 an Stirn und Nacken);  
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;  
 Prüfungsstelle: Nervus facialis;  
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;  
 vor der Galvanisation des Kopfes: 2.7 Centimeter;  
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

## Nr. 5.

## Mann von 22 Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 5 Elemente Stöhrer. Pole  
 an Stirn und Nacken. Stromdauer: 2 Minuten;  
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;  
 Prüfungsstellen: Nervus facialis und Nervus accessorius;  
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;  
 vor der Galvanisation des Kopfes:  
 Nervus facialis:  $2\frac{1}{2}$  Centimeter;  
 Nervus accessorius: 1 Centimeter;  
 nach der Galvanisation des Kopfes:  
 Nervus facialis:  $2\frac{1}{2}$  Centimeter;  
 Nervus accessorius: 1 Centimeter.

## Nr. 6.

Person von Versuch 1, 2 und 3:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 4 Elemente Stöhrer (ganz frische Füllung, sehr kräftig wirkend);  
 quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Starke Lichterscheinungen, lebhafter Schwindel, Annäherung von Uebelkeit;  
 Prüfungsstrom: Constanter Strom;  
 Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes;  
 vor der Galvanisation des Kopfes:  
 7 Elemente (Stöhrer): KSZ  
 AOZ;  
 nach der Galvanisation des Kopfes:  
 7 Elemente (Stöhrer): KSZ  
 AOZ.

## Nr. 7.

Mann in den 50er Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 4 Elemente Stöhrer;  
 quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Starker Schwindel (Neigung des Kopfes nach der Anode, Scheinbewegung der Gesichtsobjecte, anfänglich auch Lichterscheinungen);  
 Prüfungsstrom: Constanter Strom;  
 Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes;  
 vor der Galvanisation des Kopfes:  
 6 Elemente (Stöhrer): KSZ;  
 nach der Galvanisation des Kopfes:  
 6 Elemente (Stöhrer): KSZ.

## Nr. 8.

Mann in den 20er Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 6 Elemente (Stöhrer);  
 quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Gefühl, wie wenn das Hinterhaupt durch eine Schraube zusammengepresst würde, später sehr intensiver Schwindel;  
 Prüfungsstrom: Constanter Strom;  
 Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes;  
 vor der Galvanisation des Kopfes:  
 6 Elemente (Stöhrer): KSZ;  
 nach der Galvanisation des Kopfes:  
 6 Elemente (Stöhrer): KSZ.



Wie ersichtlich, stimmen die Ergebnisse meiner Versuche mit denen Rosenthal's nicht überein, welcher letzterer Beobachter wie oben angeführt wurde, nach Galvanisation des Kopfes gesteigerte Erregbarkeit der Nervenstämme der Ober- und Unterextremitäten beobachtet haben will. Es ist mir dies um so auffallender, als ich eine Steigerung der Erregbarkeit nicht einmal an den von mir geprüften Kopfnerven (Facialis und Accessorius) constatiren konnte, bei welchen eine Beeinflussung vom Gehirne aus jedenfalls viel näher liegt (und nebenbei bemerkt, bei Galvanisation des Kopfes auch durch Stromschleifen möglich wäre.) Dagegen harmonirt das von mir Beobachtete mit den oben mitgetheilten Erfahrungen Schiel's\*), dass durch Galvanisation des Kopfes an der normalen Kraftleistung des Armes nichts geändert, d. h. die Erregbarkeit der Armnerven für den Willensreiz nicht nachweisbar beeinflusst wird. Allerdings will Schiel in mehreren Fällen in den durch den Inductionsstrom am Rumpf und Extremitäten ausgelösten Zuckungen einen deutlichen, wenn auch geringen Unterschied erkannt haben; allein nach welcher Richtung hin dieser angebliche Unterschied statthatte (ob Erhöhung oder Herabsetzung der Erregbarkeit) und wo derselbe zu constatiren war, an den Nerven, oder Muskeln, oder beiden, hierüber gibt Schiel keinerlei Aufschluss. Derartigen Beobachtungen kann also vorläufig kein Gewicht beigelegt werden. Hievon abgesehen, bedarf es, wie ich glaube, für jeden einigermassen Competenten kaum des Hervorhebens, dass geringfügige, hie und da beobachtete Unterschiede bei derartigen Untersuchungen von verschiedenen Zufälligkeiten abhängen mögen, auf die ich nicht näher einzugehen brauche. Ein Beispiel derartigen Unterschiedes habe ich oben mitangeführt (4. Beispiel.) Bei der nicht zu leugnenden grossen Tragweite der

\*) Die betreffenden Versuche wurden von mir geraume Zeit vor der Publication des Schiel'schen Aufsatzes angestellt.

Angelegenheit wäre es sehr wünschenswerth, wenn diese Versuche von einer Anzahl weiterer Beobachter in grösserem Massstabe angestellt würden.

Geringfügigen Schwindel, kurze Zeit nach Entfernung der Electroden noch anhaltend, und länger dauernde (selbst Tage lange) Eingenommenheit des Kopfes habe ich als Nachwirkungen in einigen Fällen constatiren müssen. Wirklich üble Zufälle während oder nach Galvanisation des Kopfes war ich glücklicherweise nie in der Lage zu beobachten.

Betreffs der durch den constanten Strom hervorzurufenen optischen Erscheinungen habe ich einige Beobachtungen notirt, die ich, obgleich schon eine erhebliche Anzahl von Untersuchungen über diesen Gegenstand und zwar von bewährten Forschern vorliegen, dennoch der Mittheilung werth erachte. Ich konnte in einer Anzahl von Fällen die von vielen Beobachtern schon gemachte Wahrnehmung bestätigen, dass sich vom Nacken aus sehr leicht die fraglichen Lichterscheinungen hervorrufen lassen; die Region, von welcher aus diese Erregung möglich ist, reicht sogar oft noch weiter herab, bis zum 4. Brustwirbel etwa. Es ist diess ein Umstand, der dem Patienten und mir oft bei der Galvanisation des Rückens sehr lästig wurde. Ich benützte denselben bei mehreren Personen, um über das Verhalten der Retina gegenüber der Einwirkung der beiden Pole bei steigenden Stromstärken einigen Aufschluss zu erlangen; ich glaube hiebei eine für die Retina viel minder bedenkliche Procedur in Anwendung gebracht zu haben als die Erregung durch Ströme ist, wobei ein oder beide Pole in der Nähe des Auges angebracht werden. Hiebei ergab sich in der weitaus grössten Zahl von Fällen ein Verhalten der Retina gegenüber dem Strome, das dem Verhalten des motorischen Nerven und Muskels ganz analog ist.

Ich führe nur einige Beispiele an, genau in der Reihenfolge, in welcher dieselben notirt wurden.

## I.

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 14 Siem. Elemente am Rücken: | 17 Elemente S., gleiche Person: |
| A Schl. —                    | A Schl. Blitz                   |
| A O —                        | A O —                           |
| K Schl. Blitz                | K Schl. Blitz                   |
| K O —                        | K O —                           |

17 Elemente Siem., gleiche Person,  
einige Zeit später:

|                 |
|-----------------|
| A Schl. —       |
| A O —           |
| K Schl. Blitz . |
| K O —           |

## II. Andere Versuchsperson.

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 20 Elemente (Siemens): | 24 Elemente (Siemens): |
| K Schl. Blitz          | K Schl. Blitz          |
| K O —                  | K O —                  |
| A Schl. —              | A Schl. Blitz          |
| A O —                  | A O —                  |

## III. Versuchsperson von I.

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| 14 Elemente (Siemens):  | Eine Electrode höher ob. am Nacken: |
| A Schl. —               | A Schl. schwacher Blitz             |
| A O schwacher Blitz     | A O schwacher Blitz                 |
| K Schl. stärkerer Blitz | K Schl. starker Blitz               |
| K O —                   | K O sehr schwacher Blitz.           |

## IV. Versuchsperson nicht notirt.

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 18 Elemente (Siemens): | Gleiche Zahl Elemente: |
| K Schl. Blitz          | K Schl. Blitz          |
| K O Blitz              | K O —                  |
| A Schl. —              | A Schl. Blitz          |
| A O —                  | A O —                  |

Die vorletzte Beobachtung stimmt wie wir sehen, mit den übrigen nicht überein. Eine Erörterung darüber wodurch diese Divergenz vielleicht zu erklären wäre (unrichtige Angabe der Versuchsperson u. s. w.), muss ich mir versagen, da ich diese Beobachtungen hier sozusagen nur einschalte.

Anmerkung. Die Forscher, welche sich bisher mit dem Studium der Wirkungen galvanischer Retinareizung befassten, beschäftigten sich zum

grössten Theile mit den Farben des Lichtbildes, das durch die Reizung der Retina hervorgerufen wird, so schon kurze Zeit nach der Entdeckung der galvanischen Lichterscheinung durch Volta, Ritter,<sup>86</sup> Grapengiesser,<sup>87</sup> Purkinje,<sup>88</sup> Helmholtz,<sup>89</sup> Brunner,<sup>90</sup> Brenner,<sup>91</sup> Neftel<sup>92</sup> u. A. Eine Verschiedenheit in der Intensität der Wirkung beider Pole wurde schon von Ritter wahrgenommen; er fand den Silberpol schwächer als den Zinkpol wirkend, und dass die Farbenercheinungen beim Oeffnen und Schliessen des Stromes verschieden. Eingehendere Untersuchungen über die Reihenfolge, in welcher bei steigenden Stromstärken und wechselnder Stromrichtung die Schliessungs- und Oeffnungsreaction des Schapparates eintritt, ebenso über die relative Intensität dieser Reactionen liegen meines Wissens nur von Brunner vor. Indess war die von Brunner angewandte Untersuchungsmethode (Strom vom Auge zum weichen Gaumen oder Nacken, Grove'sche Elemente, Steigen um 1 solches Element) meines Erachtens eine viel zu rohe, um die Differenzen sowohl als die Reihenfolge der Retinareactionen genügend hervortreten zu lassen. Trotzdem stimmen seine Ergebnisse in der Hauptsache mit den von mir erhaltenen überein.

Er fand bei Anwendung von 1 Grove und Application des — Poles am weichen Gaumen, des + Poles an den Augenlidern:

A Schl. Blitz

A O —

K Schl. Blitz

K O —

Bei 2 Grove'schen Elementen und gleicher Anordnung:

A Schl. starker Blitz

A O schwächerer Blitz

K Schl. Blitz stärker als bei A Schl.

K O Blitz schwächer als bei K Schl

4 Grove, + Pol Auge, — Pol Nacken:

A Schl. Blitz

A O Blitz

K Schl. Blitz

K O Blitz (schwächer).

Bezüglich der therapeutischen Wirkungen der Kopfgalvanisation gestatten meine bisherigen Erfahrungen kein so präcises Urtheil, wie ich es wünschte. Ich theile in dieser Beziehung das Geschick vieler Collegen. Ich habe die Kopfgalvanisation wohl in einer grösseren Anzahl von Fällen angewendet, aber selten allein, meist in Verbindung mit noch

andern electrotherapeutischen Proceduren, welche geeignet sind, den Ernährungszustand des Gehirns zu beeinflussen (Galvanisation des Rücken- speziell des Halsmarkes, Galvanisation am Halse (sogenannte Sympathicusgalvanisation.) Am entschiedensten schien mir die Galvanisation des Kopfes günstige Wirkungen bei Leiden zu äussern, welche auf leichteren Circulations- und Ernährungsanomalien des Gehirns beruhen (Neurasthenie des Gehirns, habitueller Kopfschmerz, Migräne, leichtere Formen geistiger Störung, insbesondere Melancholie, und ich glaube daher, diese Methode den Psychiatern angelegentlichst empfehlen zu können. Günstige Erfolge beobachtete ich ferner bei Gehirnhämorrhagie, und zwar nicht blos Besserung der Lähmungssymptome, in einem Falle von gemischt annestisch-atactischer Form der Aphasie auch Verringerung der Sprachstörung. Entschiedene ungünstige Wirkungen (i. e. Verschlimmerung vorhandener Krankheitszustände) habe ich in keinem Falle beobachtet. —

#### Zusammenfassung des betreffs der Wirkung am Kopfe angewendeter electricischer Ströme Festgestellten.

Wenn wir nun zunächst von allen Theorien über die Art der Einwirkung der Kopfgalvanisation abstrahirend, einen Blick auf die im Vorstehenden angeführten That-sachen werfen, so ergibt sich, dass bezüglich der Wirkungen der Kopfgalvanisation Folgendes zur Zeit als festgestellt betrachtet werden kann.

Die Wirkungen, welche Application des constanten Stromes am Kopfe hervorruft — wir sehen hier von der Stromrichtung ganz und gar ab, ob längs oder quer durch den Kopf und ziehen auch nur therapeutisch verwendbare Stoffe in Betracht — lassen sich in 2 Gruppen scheiden: 1) In solche, die sich während der Application zeigen, pri-

märe Wirkungen. 2) In solche, die nach Unterbrechung des Stromes auftreten, secundäre Wirkungen. Die grosse Mehrzahl der therapeutischen Effecte gehört zu letzteren.

Zur Gruppe der primären Wirkungen gehören:

- 1) Der Schmerz an der Applicationsstelle der Electroden.
- 2) Die Licht- und Farbenerscheinungen.
- 3) Die verschiedenen Störungen des Sensoriums, respect. Grade des Schwindels, von der leichten Benommenheit des Kopfes bis zum Fallen nach der Seite und zur Betäubung.
- 4) Die seltener auftretenden Geschmacks- und Gehörssensationen.
- 5) Unwillkürliche Augenbewegungen.
- 6) Die noch seltener und nur bei nervösen Personen oder übergrosser Stromstärke auftretenden Erscheinungen der Gesichtsbässe, Ohnmachtsanwandlung, Uebelkeit bis zum Erbrechen.
- 7) Hinterhauptsschmerz. (Gefühl, wie wenn das Hinterhaupt durch eine Schraube zusammengepresst würde.)

Das Vorkommen von Convulsionen bei Anwendung bedeutender Stromstärken wird von einer ganzen Reihe von neueren Autoren erwähnt, indess scheint diese Angabe von den meisten derselben nur nacherzählt, resp. nachgeschrieben zu sein. Benedict<sup>93</sup> ist der Einzige unter den neueren Autoren, der behauptet, das Auftreten eklamptischer Anfälle selbst gesehen zu haben. Es ist jedoch sehr fraglich — wenigstens bis zum Beweise des Gegentheiles — ob an dem Auftreten dieser Anfälle die Galvanisation direkt Schuld trug, ob hier nicht Angst, heftiger Schmerz bei nervösen, zu Convulsionen disponirten Personen Hauptursache war. Indess möchte ich durchaus nicht in Abrede stellen, dass bei sehr unvorsichtiger Anwendung beträchtlicher Stromstärken und insbesondere bei jähen Wendungen Convulsionen eintreten

können. Ich habe, wie ich hier vorläufig bemerken will, bei meinen Thierversuchen beim Durchleiten starker Ströme durch den Kopf und insbesondere nach jäher Wendung des Stromes allgemeine Convulsionen sogar häufig eintreten und bis zur Verringerung der Stromstärke anhalten sehen.\*)

8) Zu den primären Wirkungen gehören ferner die therapeutischen Effecte, welche sich während der oder in unmittelbarem Anschlusse an die Galvanisation des Kopfes zeigen: Linderung von Schmerzen, von Gefühlen von Druck, Schwere u. dergl. im Kopfe, Verringerung von Lähmungserscheinungen, z. B. von Sprachstörungen bei progressiver Paralyse (Hitzig, Schüle), von Aphonie (Emminghaus) bei Hysterischen, von Lähmungssymptomen an den Extremitäten in Folge von Gehirnhämorrhagie (Benedict<sup>97</sup>).

Als secundäre Wirkungen der Kopfgalvanisation sind festgestellt:

- 1) Aenderungen in vorhandenen Krankheitszuständen, therapeutische Effecte. Hieher sind zu zählen: günstige

---

\*) Es scheint mir, dass seit der Zeit Remak's und dem Gebrauche der gegenwärtig verwendeten Batterien der Eintritt von Convulsionen ein höchst seltenes Vorkommniss ist. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, dass in den ersten Zeiten der therapeutischen Verwerthung des Galvanismus, bei dem Gebrauche der Volta'schen Säule, Convulsionen öfters vorkamen; hiervon finden wir z. B. einen Fall in der Schrift von Hellwag-Jacobi<sup>94</sup> mitgetheilt: Bei einem Manne von grosser Reizbarkeit und zartem Körperbau wurde wegen langwieriger Augenschwäche und krankhafter Spannung in den Augenmuskeln eine Batterie von 6 Schichtungen, der Zinkpol auf der Vereinigung des Thränenbeines mit dem processus nasalis oss. maxill. sup. der Kupferpol auf dem foramen supraorbit. des Stirnbeines der gleichen Seite, angewendet. »Gleich bei dem ersten Schliessen der Kette entstanden heftige Zuckungen in beiden Armen und starke Blitze vor den Augen.« Verminderung der Zahl der Schichtungen verringerte die Heftigkeit der Wirkungen keineswegs.

Siehe auch Augustin (vom Galvanismus und dessen medic. Anwendung. Berlin 1801. S. 58).

Wirkungen bei verschiedenen Functionsstörungen des Gehirns, die nicht auf gröbere Läsionen dieses Organs oder seiner häutigen Umhüllungen zurückzuführen sind, so Neurasthemic des Gehirns, geistige Störungen, habitueler Kopfschmerz, Migräne, bei congestiven Zuständen des Gehirns, ferner bei Neurosen insbesondere bei Chorea, aber auch bei Epilepsie (s. Althaus<sup>98</sup>; Berger<sup>99</sup> bei halbseitiger Rindenepilepsie) und Hysterie, desgleichen bei Tic convulsif; bei Hirnhämorrhagieen und Embolien der Hirnarterien, resp. deren Folgezustände, bei chronischen Entzündungs- und Degenerationszuständen des Gehirns und der Gehirnhäute (progressive Paralyse der Irren, progressive Bulbärparalyse, Gehirnsyphilis) endlich bei Erkrankungen der Gehirnnerven.

- 2) Eine Anzahl verschiedenartiger Vorkommnisse: Schlafneigung, Eingenommenheit des Kopfes, Congestionen nach diesem, länger anhaltenden Schwindel (insbes. bei Tabetikern); Erblindung (Duchenne<sup>100</sup>) Gehirnhämorrhagieen (Fälle von Benedict<sup>101</sup>, Brenner<sup>102</sup>, Rosenthal<sup>103</sup>). Indess dürften letztere Vorkommnisse ausschliesslich auf ungeeignete Applicationen, zu intensive Ströme oder zu lange Sitzungsdauer zurückzuführen sein.

Ich habe es im Vorstehenden unterlassen, die Ansichten der Autoren betreffs der Wirkungen am Kopfe angewendeter Inductionsströme ähnlich wie bezüglich der Wirkungen der Kopfgalvanisation vorzuführen. Es wäre dies nahezu auf eine ständige Wiederholung hinausgelaufen. Es ist gegenwärtig allgemein zugegeben, dass am Kopfe applicirte faradische Ströme folgende Wirkungen hervorrufen:

- 1) Reizung der sensiblen Kopfnerven, entsprechend dem Grade der angewendeten Stromstärke (daneben natürlich je nach der Stromstärke und Applicationsstelle auch Muskelcontractionen).



- 2) Lichterscheinungen, diese jedoch nur selten und selbst bei bedeutenden Stromstärken in viel geringerer Intensität als bei Anwendung constanter Ströme. \*)
- 3) Schwindel, gleichfalls nur ausnahmsweise und zwar bei hiezu besonders disponirten Individuen. In pathologischen Fällen hat man dagegen den Eintritt der beiden letztgenannten Reizerscheinungen schon bei Anwendung schwacher Inductionsströme beobachtet. Gehörssensationen werden durch die Einwirkung der gewöhnlichen schnellschlägigen Inductionsströme am Kopfe nicht hervorgerufen (Brenner).
- 4) In therapeutischer Hinsicht sind festgestellt: günstige Resultate bei verschiedenen Formen von Kopfschmerz, neuralgischen Affectionen des Kopfes, Migräne, beim Kopfschmerze Anämischer und Hysterischer (hier insbesondere bei Application vermittelt der befeuchteten Hand).

---

\*) Duchenne<sup>95</sup> schrieb dem secundären Inductionsstrom (courant de la deuxième hélice) eine weit kräftigere Wirkung auf die Retina zu als dem primären Strome. Der von Duchenne beobachtete Unterschied hat, wie Becquerel, Rosenthal und Onimus nachwiesen, in der Construction des Duchenne'schen Apparates seinen Grund, bei welchem Apparate die secundäre Rolle aus sehr zahlreichen Windungen eines sehr dünnen Drahtes besteht. Hiedurch entstehen in der secundären Rolle Ströme von viel stärkerer Spannung als in der aus einem kürzeren und dickeren Drahte bestehenden primären Spirale. Inducirte Ströme von stärkerer Spannung dringen leichter in die Tiefe und erregen desshalb auch die Retina stärker als Ströme von geringerer Spannung. Bei gleicher Spannung äussern der primäre und der secundäre Strom die gleiche physiologische Wirksamkeit.<sup>96</sup>

---

## II. ABSCHNITT.

### Physiologische Ergebnisse.

Die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes sind, wie wir sehen, mannigfaltig; mannigfaltig sind auch die Theorien, welche zur Erklärung dieser Wirkungen herangezogen werden. Directe Reizung des Gehirns und der Sinnesnerven durch den Strom, reflectorische Erregung, Beeinflussung der vasomotorischen Nerven und Centren und directe Einwirkung auf die Gefäße. Es ist naheliegend, dass wir zunächst zusehen, was die physiologische Forschung betreffs der Wirkungen des electricen Reizes auf die Organe der Schädelhöhle ergeben hat, bevor wir an eine Würdigung dieser Theorien gehen.

Es ist bekannt, dass bis vor kaum mehr als einem Decennium der Satz von der Unerregbarkeit der Grosshirnhemisphären für die electriche wie für jede andere Art künstlicher Reizung von den Physiologen als eine der bestbegründeten Lehren ihrer Wissenschaft betrachtet wurde. Die gleichlautenden Erfahrungen einer Reihe der zuverlässigsten Forscher schienen denselben zu einem unantastbaren Dogma gemacht zu haben. Und heutigen Tages ist durch eine imposante Reihe unangreifbarer, an den verschiedensten Thierarten angestellter Versuche die Unbegründetheit dieses Dogma's nachgewiesen, ist festgestellt, dass bei allen Wirbeltieren vom Affen bis zum Frosche und Fische herab durch electriche Reizung der Grosshirnlappen sich Bewegungen auslösen lassen.

Das Verdienst die Irrthümlichkeit der bis dahin allgemein acceptirten Lehre nachgewiesen zu haben, gebührt in erster Linie Fritsch und Hitzig.<sup>104</sup> Diese Forscher zeigten zuerst, dass an der Grosshirnconvexität des Hundes eine Zone sich findet, deren electriche Reizung combinirte Muskelcon-

tractionen an der gegenüberliegenden Körperhälfte auslöst. Sie fanden ferner, dass diese Muskelcontractionen bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf bestimmte, engbegrenzte Muskelgruppen sich localisiren, dass bei Anwendung stärkerer Ströme bei Reizung der gleichen oder sehr benachbarten Stellen sofort andere Muskeln und zwar auch Muskeln der correspondirenden Körperhälfte sich betheiligen, dass endlich die Möglichkeit isolirter Erregung einer begrenzten Muskelgruppe bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf sehr kleine Stellen beschränkt ist.<sup>105</sup> Die Frage der electricischen Erregbarkeit der Grosshirnrinde, die Lagerung und Ausdehnung der einzelnen Stellen, von welchen aus sich isolirte Contraction bestimmter Muskelgruppen u. s. w. durch den electricischen Reiz erzielen lässt, beschäftigte alsbald eine grosse Reihe von Forschern, vor Allen neben Hitzig von deutschen Forschern Schiff,<sup>106</sup> Wundt,<sup>107</sup> Herrmann,<sup>108</sup> Braun,<sup>109</sup> Külz,<sup>110</sup> Fürstner,<sup>111</sup> Obersteiner,<sup>112</sup> Eulenburg,<sup>113</sup> Langendorff,<sup>114</sup> Soltmann;<sup>115</sup> von französischen Carville und Duret,<sup>116</sup> Dupuy,<sup>117</sup> Bochefontaine<sup>118</sup> und Lépigne,<sup>119</sup> Franck und Pitres,<sup>120</sup> Couty,<sup>121</sup> von englischen und amerikanischen vor allen Ferrier,<sup>122</sup> Burdon-Sanderson,<sup>123</sup> Mc. Kendrick,<sup>124</sup> Beard,<sup>125</sup> Putnam,<sup>126</sup> Lautenbach<sup>127</sup> von italienischen Lussana und Lemoigne,<sup>128</sup> Luciani und Tamburini,<sup>129</sup> Albertoni und Michieli,<sup>130</sup> Bufalini,<sup>131</sup> Marcacci,<sup>132</sup> ferner Balogh,<sup>133</sup> Paster-nacki<sup>134</sup> u. A. Es würde uns zu weit führen und auch unserm Thema ferne liegen, wollten wir auf Details der Untersuchungen all' der erwähnten Forscher eingehen. Die wichtigsten der bisher erzielten Ergebnisse lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Durch Reizung circumscripfter Rindenpartien in dem die fissura Rolando begrenzenden Hemisphärenbezirke (gyrus centralis anterior und posterior, hinteres Ende der beiden oberen Stirnwindungen und labu-

lus parietalis superior) lassen sich beim Affen Bewegungen bestimmter Muskelgruppen der gegenüberliegenden Körperhälfte (der Extremitäten, des Gesichtes, Rumpfes, Schwanzes), von mehreren Stellen aus bilaterale Bewegungen — Öffnen des Mundes und Vor- und Rückwärtsbewegung der Zunge, Bewegungen der Augen und Lider direct hervorrufen. \*) Ähnliche, aber minder mannigfaltige Bewegungen lassen sich von correspondirenden Stellen des Grosshirns anderer Säuger auslösen und zwar ist die Mannigfaltigkeit der anzuregenden Bewegungen im Allgemeinen um so geringer, je niedriger die Stellung des Thieres. Es scheint ferner der Fall zu sein, dass je mehr die Bewegung einer Muskelgruppe (oder eines Körpergliedes) an intellectuelle Vorgänge — Vorstellungsacte — geknüpft ist, um so leichter sich dieselbe von der Rinde aus anregen lässt und um so grösser das derselben zugehörige Rindenterritorium ist. (Obersteiner.) Bei neugeborenen Thieren lassen sich durch electricische Reizung der betreffenden Rindenpartien noch keine Bewegungen erzielen.

Electricische Reizung von Partien der Grosshirnrinde wirkt ferner modificirend auf eine Reihe vegetativer Vorgänge ein. Es können dergestalt beeinflusst werden: Die Herzthätigkeit, der Contractionszustand der Arterien, der Rhythmus der Respiration, die Bewegungen des Magens, Darmes, der Blase, die Tuben, das Volumen der Milz, die Temperatur peripherer Theile, die Secretionsthätigkeit der Speicheldrüsen, der Leber und der Darmschleimhaut. Von diesen Effecten sind jedoch fast sämtliche von mehreren Rindenstellen oder ausgedehnten Rindengebieten aus hervorzurufen, zum grossen Theil sind sie sogar von den gleichen Rindenstellen aus zu erzielen. Diese Vorgänge lassen sich ferner zum Theil (so Drucksteigerung und Speichelsecretion)

---

\*) Nicht reflectorisch; es existiren nach Ferrier auch Stellen, von welchen aus reflectorisch Bewegungen sich auslösen lassen. —

durch Reizung der Dura mater, zum Theil auch durch Reizung des centralen Stumpfes des durchschnittenen Ischiadicus auslösen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass dieselben auf reflectorischer Beeinflussung tiefer gelegener Centren, Auslösung von Erregungs- oder Hemmungsvorgängen in diesen beruhen.

In Betreff der Lagerung der einzelnen Rindenstellen (Centren), von welchen aus sich bestimmte Muskelgruppen in Contraction versetzen lassen, sowie betreffs der Ausdehnung der überhaupt electricisch erregbaren Region existiren zwischen den beiden Hauptforschern auf diesem Gebiete, Hitzig und Ferrier erhebliche Meinungsdivergenzen. Diese rühren wohl wesentlich von der Verschiedenheit der von beiden Forschern angewendeten Reizmethoden her.

Hitzig bediente sich bei seinen Versuchen vorzugsweise des constanten Stromes und zwar einer Kette von 10 Siemens-Halske'schen Elementen, die nicht ganz die electromotorische Kraft eines Daniell und je einen Widerstand von etwa 5 S. E. hatten. Die Abstufung der durch diese Batterie gelieferten Stromstärke geschah durch einen in Nebenschliessung angebrachten Rheostaten von 0—2100 S. E. Widerstand, von welchen jedoch nur eine geringe Anzahl, nämlich 30—40 S. E. in der Regel eingeschaltet wurden. Die hiedurch gelieferte Stromstärke genügte eben bei metallischer Schliessung eine Gefühlssensation auf der Zunge hervorzurufen.<sup>135</sup> Ferrier dagegen erklärte, dass in Anbetracht der durch verschiedene Umstände bedingten Schwankungen in den Erregbarkeitsverhältnissen der Grosshirnrinde es unmöglich sei, ein feststehendes Maass für die Minimalstärke des Stromes anzugeben, welche nothwendig sei, um irgend einen Theil des Gehirnes an irgend einem Thiere zu erregen.<sup>136</sup> Er verwendete bei seinen Versuchen den Strom der secundären Spirale eines Dubois'schen Schlittenapparates, der von

einem Elemente von der Kraft eines Daniell getrieben wurde. Der Rollenabstand von 8 cm, welcher meist zur Erzielung der gewünschten Wirkungen genügte, ergab einen Strom, der an der Zungenspitze eine stechende, aber noch leicht erträgliche Empfindung verursachte. Ferrier führt ein Beispiel an, aus welchem in treffender Weise erhellt, von welcher Bedeutung die angewandte electricische Reizmethode und insbesondere die Reizstärke für die zu erlangenden Resultate ist. »Nachdem ich am Gehirn eines Affen jene Region freigelegt hatte, in welcher ich früher das Centrum des Biceps localisirt hatte, also eine Stelle, von welcher aus Supination und Flexion des Vorderarmes erzeugt werden kann, so suchte ich die genaue Stärke des für jenen Effekt erforderlichen inducirten Stromes zu bestimmen und dessen Wirkung mit der des galvanischen Stromes zu vergleichen. Bei Anwendung des oben (S. 141) erwähnten Elementes und bei einem Rollenabstande von 13 cm konnte ich kein Resultat bemerken; ebenso bei 12 cm; bei 11 cm leichte Auswärtsrollung des Handgelenkes, bei 10 cm merkbare Supination der Hand, bei 9 cm leichte und langsame Supination und Flexion des Vorderarmes, und erst, wenn die Rollen einander bis auf 8 cm. genähert waren, kam es zu ausgesprochener Supination und Flexion des Vorderarmes ohne irgend eine Complication mit anderen Bewegungen. Ich versuchte nun, den galvanischen Strom von 6 Smee'schen kleinen Elementen. Bei der Schliessung des Stromes kam es ebenso wenig wie bei langsamer Unterbrechung desselben zu einem Resultate. Mit acht Elementen und bei langsam wiederholter Unterbrechung bemerkte ich ein plötzliches krampfhaftes Schleudern der Hand und des Vorderarmes, ohne deutliche Supination und Flexion. Dasselbe geschah, wenn ich zehn Elemente nahm; doch nur dann, wenn der Strom rasch geschlossen und geöffnet wurde, verwandelte sich das krampfhaftes Schleudern in eine andauernde Supination und



Flexion des Vorderarmes. Auf der Zunge erzeugte dieser Reiz eine Empfindung, die sicherlich ebenso stark, wenn nicht noch stechender war, als die des inducirten Stromes. Hingegen zeigte sich an der Contactstelle der Electroden eine deutliche electrolytische Zersetzung und beginnende Entwicklung von Gasblasen.<sup>137</sup>

Dass die Art der Reizung für den motorischen Effect nicht gleichgültig, erkannten auch Fritsch und Hitzig. Reizung durch einfache metallische Schliessung des Kettenstromes ergibt nach ihnen eine einfache ziemlich schnell vorübergehende Zuckung, während Reizung durch Aufsetzen der Electroden zur Erzielung des gleichen Effectes grössere Stromstärken erheischt. Sie fanden ferner, dass metallische Wendung *ceteris paribus* einen grösseren Reizeffect als blosse Schliessung und jede Electrode an dem Orte ihrer Application eine erhöhte Erregbarkeit für die andere, und eine verringerte für die gleiche hervorruft, dass ferner die Wirkung der Anode vorwiegt und bei minimalen Stromstärken nur die Anode Zuckungen auszulösen scheint.<sup>138</sup> Reizung mit tetanisirenden Inductionsströmen ergibt nach Fritsch und Hitzig keine constanten Effecte, oft erst nach längerer Zeit nachlassende tonische Contractionen der betreffenden Muskelmassen, oft gleich nach Beginn der Reizung fast ganz wieder schwindende Contractionen u. s. w. Bei einer Reizung von wenig Secunden treten nach Öffnung des tetanisirenden Stromes Nachbewegungen ein, die sich mehrmals wiederholen können.

In den Extremitäten treten diese Bewegungen als klonische Krämpfe, im Gebiete des Facialis als zitternde Bewegungen auf. Aus diesen Nachbewegungen können sich, wie Fr. und H. an zwei Thieren beobachteten, wohlcharacterisirte epileptische Anfälle herausbilden.\*)

\*) Gleichfalls allgemeine Convulsionen habe ich bei Kaninchen bei Leitung starker Ströme durch den Kopf beobachtet.

Die Reactionsfähigkeit der Grosshirnrinde für den electricen Reiz wird noch von einigen weiteren Umständen erheblich beeinflusst. So sinkt nach Hitzig mit der Verblutung die Erregbarkeit des Gehirns ungemein schnell, um schon vor dem Tode fast ganz zu erlöschen. Unmittelbar nach dem Tode ist durch die stärksten Ströme kein Effect mehr zu erzielen.<sup>139</sup> Nach Lussana und Lemoigne<sup>140</sup> erlischt auch im Zustande des Asphyxie die electriche Erregbarkeit der Grosshirnrinde. Das Gleiche soll im Zustand der Apnöe nach Schiff der Fall sein, was jedoch von Hitzig<sup>141</sup> bestritten wird. Von grossem Belange ist auch die Narkose. Chloroform beseitigt nach Schiff<sup>142</sup> die Erregbarkeit. Nach Hitzig findet sich bei Thieren im Zustande der tiefsten Aetherisirung die Erregbarkeit theils erhalten; theils erloschen.<sup>143</sup>

Es ist endlich auch festgestellt, dass die Grosshirnrinde bei verschiedenen Thieren selbst der gleichen Gattung nicht gleich erregbar ist und die einzelnen erregbaren Stellen (Centren vieler Autoren) wiederum verschiedene Grade der Ansprechbarkeit für den electricen Reiz aufweisen. So fanden Lussana und Lemoigne,<sup>144</sup> dass nicht bei allen Hunden durch electriche Reizung der betreffenden Rindenpartieen sich Bewegungen auslösen lassen. Ein Strom, der deutliche Contraction des Orbicularis oculi hervorruft, erzeugt nach Ferrier<sup>145</sup> häufig keine Bewegung der Glieder. Die Rindenstellen der Vorderextremitäten lassen sich nach Obersteiner<sup>146</sup> beim Kaninchen und bis zu einem gewissen Grade auch beim Hunde leichter erregen als die für die Hinterextremitäten.

Nach den Ergebnissen der Thierversuche war die Annahme wohl berechtigt, dass auch beim Menschen an der Hemisphären-Convexität eine Region sich finden müsse, deren Reizung Bewegungen zur Folge hat. Den kühnen Versuch, einen direkten Beweis für diese Annahme zu liefern, unter-



nahm der amerikanische Arzt Bartholow. Er reizte bei einer Kranken, bei welcher eine carcinomatöse Erkrankung des Schädels einen Theil des Gehirns blossgelegt hatte, die Rinde des lobulus parietalis superior (P<sup>1</sup> Ecker) mit dem constanten und inducirten Strome und zwar vermitteltst nadel-förmiger Electroden und sah convulsivische Bewegungen des Armes und Beines der gegenüberliegenden Seite eintreten.<sup>147</sup> Genaueres betreffs Lage und Umfang der erregbaren Rindenzone beim Menschen erhellt indess aus Beobachtungen anderer Art. Die klinische Forschung der letzten Jahre, insbesondere die Untersuchungen Charcots und seiner Schüler haben beim Menschen ein Rindengebiet abgegrenzt, dessen totale oder sehr ausgedehnte Zerstörung vollkommene halbseitige Lähmung, dessen partielle Zerstörung partielle Bewegungsstörungen gewöhnlich zur Folge hat. Dieses Rindengebiet — von Charcot und Pitres<sup>148</sup> als Zone motrice corticale bezeichnet — umfasst nach diesen Autoren die beiden Centralwindungen, die hintern Enden der drei Stirnwindungen und den lobulus paracentralis, entspricht also in der Hauptsache dem Rindengebiete beim Affen, dessen electriche Reizung direct (nicht reflectorisch) Muskelcontractionen hervorruft. Pathologische Reizzustände innerhalb dieses Gebietes können, wie zahlreiche klinische Erfahrungen (Hughlings, Jackson,<sup>149</sup> Hitzig,<sup>150</sup> Wernher<sup>151</sup> und A.) lehren, einseitige localisirte Convulsionen produciren. Man wird demnach kaum die Annahme ablehnen können, dass die Zone motrice corticale Charcot's mit dem electriche erregbaren Rindengebiete beim Menschen zusammenfällt. Ob bei den vorstehend besprochenen Reizversuchen die motorischen Wirkungen durch Erregung der Ganglienzellen der Rinde oder der in dieser verlaufenden Nervenfasern ausgelöst werden, diese Frage ist zur Zeit noch nicht spruchreif. Wir haben an dieser Stelle keinen Anlass näher hierauf einzugehen. Sicher ist, dass Reizung der erregbaren Rinden-

zone unterliegende Markmasse ebenfalls Bewegungen auslöst, (Hitzig,<sup>152</sup> Carville und Duret,<sup>153</sup> Braun,<sup>154</sup> Hermann.<sup>155</sup> Glicky,<sup>156</sup> u. A.) dass ferner die electricisch erregbaren Fasermassen aus dem Hemisphärenmarke in die innere Linsenkapsel und von dieser aus direct in den Hirnschenkel sich fortsetzen. (Glicky, Braun, Soltmann.)<sup>157</sup> Die grauen Massen des Streifenhügels sind für den electricischen Reiz unerregbar (Franck und Pitres,<sup>158</sup> Glicky,<sup>159</sup> Soltmann<sup>160</sup> gegen Burdon-Sanderson,<sup>161</sup> Carville Duret<sup>162</sup> und Ferrier.<sup>163</sup> Ebenso ergibt Reizung des Thalamus opticus nur negative Resultate (Ferrier<sup>164</sup>). Anders verhält es sich mit den Vierhügeln. Electricische Reizung eines vorderen Zweihügels producirt nach Ferrier<sup>165</sup> bei Affen, Hunden, Katzen und Kaninchen: Pupillenerweiterung und zwar zuerst an dem Auge der gegenüberliegenden Seite (nach Knoll<sup>166</sup> tritt dieselbe bei Kaninchen vorwaltend auf dem gleichseitigen Auge ein) weite Öffnung der Augen und Drehung dieser nach aufwärts und der gegenüberliegenden Seite. Der Kopf wird in der Richtung der Augen bewegt, die Ohren stark zurückgezogen; bei weiterer Andauer der Reizung treten Contractionen in den Kaumuskeln (Trismus) und in den Extremitätenmuskeln, Zurückziehen der Mundwinkel und schliesslich vollkommener Opisthotonus ein. Nach Adamük's<sup>167</sup> Versuchen ergibt Reizung eines vorderen Zweihügels: Drehung beider Augen nach der entgegengesetzten Seite, bei Reizung am vorderen Umfange mit horizontalen Blicklinien, bei Reizung des mittleren Theiles mit nach oben gerichteten Blicklinien, zugleich Erweiterung der Pupillen, bei Reizung des hinteren Theiles mit nach unten gerichteten Blicklinien, zugleich Verengerung der Pupillen. Electricische Reizung der hintern Zweihügel verursacht nach Ferrier<sup>168</sup> dieselben motorischen Effecte wie die der vorderen Hügel, ausserdem noch Ausstossen von Schreien verschiedener Art und zwar letztere schon bei der leisesten

Berührung der Electroden. Hensen und Völkers<sup>169</sup> fanden bei Hunden den hintern Theil des Bodens des 3. Ventrikels, vorne über den Corp. mammillaria beginnend, und den Boden des Aquäductus Sylvii electricisch erregbar. Sie beobachteten bei Reizung

- a) Des vordersten Abschnittes: Accomodation.
- b) Des folgenden Abschnittes: Iriscontraction.
- c) Des Grenztheiles zwischen Aquaeductus und 3. Ventrikel: Contraction des Rectus internus.
- d) Dann der Reihe nach folgend: Contraction des Rectus superior, Levator palpebrae super., Rectus inferior, endlich des Obliquus inferior (des letzteren Centrum unter den hinteren Vierhügeln).

Electriche Reizung des Hirnschenkelfusses (fascio basilare, strato inferiore del peduncolo cerebrale) hat nach Albertoni und Michieli<sup>170</sup> bei Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen Bewegungen der contralateralen Hinterextremität zur Folge. Dieselben Autoren sahen bei electriche Reizung der Bindearme (Processus cerebelli ad corpora quadrigemina) Pleurosthotonus nach der gegenüberliegenden Seite, bei gleichzeitiger electriche Reizung beider Bindearme Opisthotonus eintreten.

Versuche mit electriche Reizung des Kleinhirns wurden in neuerer Zeit von Ferrier<sup>171</sup> an Affen, Hunden, Katzen und Kaninchen, an Tauben und Fischen, von Hitzig<sup>172</sup> an Kaninchen angestellt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind namentlich wegen der erheblichen experimentellen Schwierigkeiten noch sehr unvollkommen und in manchen Beziehungen sehr der Klärung bedürftig; doch wurde durch dieselben zur Genüge dargethan, dass entgegen den Behauptungen älterer Forscher (Flourens, Bouillaud, Hertwig, Longet etc.) nach welchen das Kleinhirn für jede Art künstlicher Reizung sich unerregbar erweisen sollte, umschriebene Partien des Kleinhirns auf den elektrischen Reiz mit be-

stimmten, unter sich variirenden motorischen Effecten antworten.

Am Affenkleinhirn ergibt nach Ferrier Reizung des hintersten Abschnittes des Mittellappens (pyramis vermis): Drehung beider Augen nach der Linken oder Rechten in einer horizontalen Ebene, je nachdem die Electroden an der linken oder rechten Seite dieses Abschnittes applicirt werden.

Am hinteren Abschnitte des Oberwurms (Declive monticuli) bei Reizung in der Mittellinie dieser Partic: Bewegung beider Augen gerade nach abwärts; bei Reizung an der linken Seite: Bewegung beider Augen nach abwärts und zur Linken; an der rechten Seite: Bewegung nach abwärts und rechts. Die Augenbewegungen werden von einer entsprechenden Bewegung des Kopfes nach vor- oder abwärts begleitet.

Vorderer Abschnitt des Oberwurms (monticulus cerebelli Ferrier, den Abbildungen nach der oft als culmen monticuli bezeichnete Theil). Reizung in der Mittellinie: Bewegung beider Augen gerade aufwärts; links: Bewegung beider Augen diagonal aufwärts und zur Linken (ohne Rotation) rechts: Bewegung beider Augen diagonal aufwärts und rechts (ohne Rotation). Die Aufwärtsbewegungen der Augen werden von einer Bewegung des Kopfes nach rückwärts, gelegentlich auch von Streckung der Beine und Bewegungen der Arme begleitet.

Reizung am hinteren Oberlappen (lobulus superior posterior s. semilunaris superior). Links: Bewegungen beider Augen nach aufwärts mit Drehung nach links. Rechts: Bewegung beider Augen nach aufwärts mit Drehung nach rechts.

Flocculus: Rotation beider Augen um ihre sagittalen Achsen.

Die Auf- und Auswärtsbewegung der Augen bei Reizung des lobulus sup. post. ist mit einer Bewegung des Kopfes nach hinten und nach rechts oder links verbunden, je nach Application der Electroden rechts oder links. Bei Reizung

des Kleinhirns tritt ferner Contraction der Pupillen ein und zwar besonders deutlich auf dem Auge der gereizten Seite, hier auch nach Unterbrechung des Stromes noch einige Zeit persistirend.

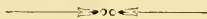
Beim Hunde und der Katze lassen sich nach Ferrier von correspondirenden Stellen des Kleinhirns aus die gleichen Augenbewegungen wie beim Affen erzielen. Am Kleinhirn des Kaninchens, an welchem die Seitenlappen von Ferrier genau untersucht wurden, ergab sich bei electricischer Reizung Folgendes:

#### 1. Mittellapen.

- a) Oberer Theil (1): beide Augen horizontal nach rechts gedreht.
- b) Mittlerer Theil (2) } beide Augen horizontal nach links
- c) Unterer Theil (3) } gedreht.

#### 2. Seitenlappen (links).

- a) Oberes Lämpchen (4): linkes Auge nach oben und innen, rechtes Auge nach unten und aussen gedreht.
- b) Mittleres Lämpchen (5): linkes Auge nach oben und aussen, rechtes Auge nach unten und innen gedreht.
- c) Unteres Lämpchen (6): beide Augen drehen sich um ihre sagittale Axe nach rechts.
- d) Vorderes unteres Lämpchen (7); Aus einem einzigen Versuche scheint hervorzugehen, dass die Augen sich in entgegengesetzter Richtung (wie bei 6) bewegen.«



### III. ABSCHNITT.

#### Erklärung der Wirkungen der Kopfgalvanisation.

Es tritt an uns nunmehr die Aufgabe heran zuzusehen, inwieweit die vorstehend angeführten experimentellen Erfahrungen ausreichen, die Wirkungen der Kopfgalvanisation zu erklären, respective auf Beeinflussung bestimmter Gehirnteile zurückführen zu lassen. Hier ist es zunächst auffallend, dass von den bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen keine auf Affection bestimmter Grosshirnrindenabschnitte mit Sicherheit hinweist. Die optischen Erscheinungen erklären sich am einfachsten durch Reizung der Retina, respective des Sehnerven durch Stromschleifen, nachdem die vortreffliche Leistungsfähigkeit der Bulbi durch von Ziemssen<sup>173</sup> nachgewiesen ist; ebenso lassen sich die Gehörs- und Geschmackssensationen auf Reizung der betreffenden Sinnesnerven durch Stromschleifen anstandslos beziehen. Auch die galvanischen Augenbewegungen lassen sich nicht auf Reizung eines Rindengebietes zurückführen. Ferrier<sup>174</sup> konnte in seinen zahlreichen Versuchen an Affen ein selbstständiges Centrum für die Bewegungen der Augen an der Grosshirnrinde nicht nachweisen. Es existiren nach diesem Beobachter mehrere Stellen an der Grosshirnrinde des Affen, von welchen aus sich Bewegungen der Augen produziren lassen, aber nur in Combination mit anderen Bewegungen. So an der hintern Hälfte der oberen und mittleren Stirnwindung. Reizung dieser Stelle verursacht: Oeffnen der Augen mit Dilatation der Pupillen, Kopf und Augen werden nach der anderen Seite hingewendet. Aehnliche Bewegungen des Kopfes und der Augen traten bei Reizung des Gyrus angularis und der oberen Temporo-Sphenoidalwindung ein. Hitzig vergass, am Affehirn die Untersuchung der Augenbewegungen vorzunehmen, am Hundehirn fand er<sup>175</sup> das Centrum für iso-

lirt Augenbewegungen zusammenfallend mit einem Theile vom Facialiscentrum. Die Bewegungen, welche Reizung dieses Centrum's ergab, (Bewegungen nach einer Richtung, manchmal 2 schnell auf einander folgende Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen) sind verschieden von den Bewegungen bei Kopfgalvanisation. Als Organe, von welchen aus combinirte Bewegungen der Augen ausgelöst werden, sind die Vierhügel, das Kleinhirn und die medulla oblongata nachweisbar. Hitzig selbst glaubt durch seine Versuche am Kleinhirn nachgewiesen zu haben, dass dieser Theil Ausgangspunkt der galvanischen Augenbewegung sei,<sup>176</sup> (so fasse ich wenigstens seine Worte auf). Auch Ferrier<sup>177</sup> bezieht die Neigung des Kopfes und der Augen auf Reizung des Kleinhirns auf der Seite der Anode. Zu Gunsten des Kleinhirns spricht auch der Umstand, dass auch mechanische Reizungen desselben sowohl als der Brückenschenkel combinirte Augenbewegungen hervorruft, wie von Hitzig und älteren Forschern nachgewiesen wurde. Indess ergibt auch Reizung der Vierhügel combinirte Augenbewegungen und bei der Nähe dieses Gehirntheiles lässt sich wohl die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass dasselbe bei electricischer Reizung des Kleinhirns von wirksamen Stromschleifen mitbetroffen wird. Eckhard<sup>178</sup> endlich macht darauf aufmerksam, dass einseitige Läsionen des verlängerten Markes ebenfalls Nyctagmus und Ablenkungen der Augen (das Auge der verletzten Seite nach vorn und unten, das der andern Seite nach hinten und oben) hervorrufen, u. dass Curschmann<sup>179</sup> u. Schwahn<sup>180</sup> bei Verletzung der Kleinhirnhemisphären und Stiele diese Ablenkungen nicht beobachteten, wenn die Brücke und das verlängerte Mark gänzlich unbehelligt geblieben waren. Eckhard schliesst hieraus, dass im verlängerten Marke eine eigenthümliche, die Augenbewegung beherrschende Vorrichtung von einer gewissen Ausdehnung liegt. Man muss bei diesem Stande der Dinge vorerst wohl darauf verzichten, die bei Galvanisation

des Kopfes auftretenden Zwangsbewegungen der Augen auf Reizung eines genau begrenzten Gehirntheles zurückzuführen. Vierhügel, Kleinhirn und verlängertes Mark sind die Gebilde, die in Frage kommen; weitere Aufschlüsse müssen künftige Untersuchungen ergeben.

Die Erscheinungen des Schwindels lassen sich in zwei Gruppen, in subjective und objective sondern. Zu den subjectiven Schwindelsymptomen gehören die Scheinbewegung der äussern Objecte, und das Gefühl der Verwirrung in Bezug auf das räumliche Verhalten des eigenen Körpers, das Gefühl des Gedrehtwerdens, des Versinkens nach einer Seite, der aufgehobenen Schwere auf einer Seite u. s. w. Die Scheinbewegungen der Objecte sind, wie Hitzig zeigte, von den Zwangsbewegungen der Bulbi abhängig. Zu diesen stehen dagegen die den eigenen Körper betreffenden Schwindelsensationen in keinem Causalnexus. Diese müssen durch eine besondere Affection der psychischen Nervencentra, i. e. der Grosshirnrinde zu Stande kommen. Es ist gegenwärtig wohl jedem Zweifel entrückt, dass das Vorstellungsleben sich in der Grosshirnrinde abspielt, sohin auch die Momente, welche dasselbe beeinflussen, in letzter Instanz auf die Grosshirnrinde einwirken müssen. In irgend einer Weise muss also auch beim Schwindel (als subjectivem Vorgang) die Grosshirnrinde afficirt sein. In welcher Weise nun diese Einwirkung auf die Grosshirnrinde zu Stande kommen mag, hierauf wollen wir erst des Näheren eingehen, nachdem wir die objectiven Schwindelsymptome besprochen haben. Dass diese letzteren — das Wanken mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Anode bei Schliessung, das Wanken nach der Kathode bei Öffnung des Stromes, ebenso die Neigung des Kopfes und Körpers nach der Seite während der Stromdauer — von allen subjectiven Vorgängen unabhängig sind, wurde bereits von Ferrier<sup>181</sup> nachgewiesen. Dasselbe geht aus meinen Erfahrungen hervor. Ich habe bei in tiefster



Chloroformnarkose befindlichen Kaninchen die Drehung des Kopfes, seltener die des Körpers nach der Seite bei Leitung electricischer Ströme quer durch den Kopf beobachtet; auch beim schlafenden Säuglinge habe ich, wie erwähnt, die Drehung des Kopfes nach der Seite wahrgenommen. Von Hitzig<sup>182</sup> wurde nachgewiesen, dass die gleichen Bewegungen durch mechanische, thermische und electricische Einwirkungen auf das Kleinhirn sich hervorrufen lassen; von einer grossen Reihe anderer Forscher (Rolando,<sup>183</sup> Magendie,<sup>184</sup> Lafargue und Longet,<sup>185</sup> Bernard,<sup>186</sup> Schiff,<sup>187</sup> Renzi,<sup>188</sup> Lussanna und Lemoigne<sup>189</sup> etc.) wurden bei Durchschneidung und Reizung des Kleinhirns und der Brückenschenkel Bewegungen der operirten Thiere um deren Längsachse — Rollungen — beobachtet, während nach Curschmann<sup>190</sup> allerdings nur Zwangslage auf der Läsionsseite bei Verletzung der Kleinhirnstiele eintreten soll. Berücksichtigt man ferner den Umstand, dass bei Application der Electroden an die Zitzenfortsätze oder deren nächste Umgebung am leichtesten Schwindel eintritt, so muss man wol zugestehen, dass die derzeit vorliegenden Erfahrungen auf das Kleinhirn und dessen Schenkel als den Auslösungsort der objectiven Schwindelsymptome hinweisen. Ob nun die Reizung dieser Theile bei der Galvanisation des Kopfes eine durch den Strom direct ausgelöste oder auf dem Wege des Reflexes vermittelte ist, oder ob dieselbe, wie z. B. Hitzig für möglich hält, durch Beeinflussung der das Gefässcaliber beherrschenden Nerven zu Stande kommt, ist nunmehr des Näheren zu untersuchen. Wir wollen aus äusserlichen Gründen zunächst die Reflextheorien einer Würdigung unterziehen.

Es wurde oben erwähnt, dass Althaus die Erscheinungen bei Galvanisation des Kopfes der Hauptsache nach auf Reizung des N. trigeminus durch den Strom zurückführen will (reflexfunction of the fifth pair chiefmedium by which the current is propagated to the brain). Er stützt diese

Annahme hauptsächlich auf einen Fall von doppelseitiger Trigemusanästhesie, wobei kräftige Ströme, welche bei Gesunden all' die bekannten Erscheinungen hervorriefen, keinerlei Sensation erzeugten und erst durch sehr intensive Ströme (30 Daniell'sche Elemente, 72<sup>0</sup> Galvanometerauschlag), welche bei Gesunden unerträgliches Brennen, unerträglichen Schwindel, Uebelkeit etc. producirten, eine geringe Empfindung von Wärme und Stechen, ein geringer kupferiger Geschmack, ein geringer Phosphorgeruch und ein wenig Schwindel bewirkt wurden.<sup>190</sup> Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Fall, für sich betrachtet, für die Althaus'sche Theorie ein gewichtiges Argument zu bilden scheint. Herr von Ziemssen<sup>191</sup> hat zwar schon gegen Althaus bemerkt, dass der Nachweis der Wiederkehr der galvanischen Reaction mit der Wiederkehr der Sensibilität des Trigeminus in dem fraglichen Falle fehle, und daher der Einwurf bestehen bleibe, dass hier ungewöhnliche Dicke der Epidermis, grosse Torpidität der Sinnesnerven u. s. w. vorgelegen habe. Indess erhellt die Unhaltbarkeit der Althaus'schen Annahme mit Sicherheit erst aus einigen neueren Beobachtungen. M. Rosenthal<sup>192</sup> constatirte in mehreren Fällen von hysterischer Hemianästhesie, dass Leitung starker galvanischer Ströme durch die gleichseitige (anästhetische) Kopfhälfte keine der gewöhnlich bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen hervorrief, während diese (Schmerz, Schwindel, Blitzen) auf der anderen Seite schon durch schwache Ströme ausgelöst wurden.\*) Rosenthal erklärt diesen Umstand nicht in ähnlicher Weise wie Althaus, sondern bezieht die galvanische Unerregbarkeit auf halbseitigen Hirntorpor, welcher auch die Erscheinungen der Hemianästhesie erklären soll. Rosenthal hat hierbei übersehen, dass, wenn ein Hirntorpor in diesen Fällen vorhanden war, er

\*) Eine analoge Beobachtung wurde von Rosenthal in einem Falle von Syphilom der Brücke mit Lähmung des linken Quintus gemacht<sup>193</sup>.

nach den bekannten physiologischen Gesetzen für die Leitung sensibler Eindrücke an der der hemianästhetischen Körperseite gegenüberliegenden Hirnhälfte sich finden musste, dass eine rechtseitige Hemianästhesie z. B. nur durch Torpor der linken Hirnhälfte sich erklären liesse. Dass in diesen Fällen die Trigemisanästhesie in keinem causalen Zusammenhange mit dem Mangel der Reaction bei galvanischer Durchströmung des Kopfes stand, erhellt aus der weiteren Beobachtung Rosenthals, dass bei beginnender Besserung auf starke Ströme und Voltaische Alternativen durchfahrende Stiche und später auch Schwindel und Blitze wieder wahrgenommen wurden, während die galvanische Unerregbarkeit der Stirn- und Gesichtshaut unverändert fortbestand. Wenn Mader<sup>194</sup> trotzdem sich zu der Ansicht bekannte, dass die Rosenthal'schen Beobachtungen für eine Abhängigkeit der Reizerscheinungen bei Galvanisation des Kopfes von Erregungen der peripheren sensiblen Kopfnerven sprächen, so wird diese Ansicht durch eine von Buzzard<sup>195</sup> mitgetheilte Wahrnehmung wohl zur Genüge widerlegt. Buzzard beobachtete einen Fall von linksseitiger hysterischer Hemianästhesie, in welchem bei Durchleitung eines Stromes von 15—20 Sme'e'schen Elementen von der linken Schläfe zum Nacken (—Pol Nacken) links nichts gefühlt wurde, während bei Durchleitung des Stromes von der rechten Schläfe zum Nacken (+Pol rechte Schläfe) rechts Stechen und schmerzhaftes Brennen empfunden wurde. Application eines Stromes von 30 Sme'e'schen Elementen (unterbrochen durch ein Zahnrad) an die linke anästhetische Kopfhälfte verursachte hier heftigen Schwindel und Shock, Application an die rechte normal empfindliche Kopfhälfte dagegen nur wenig Schwindel. Dieser Fall zeigt wohl in unwiderleglicher Weise, dass die Entstehung des galvanischen Schwindels von Erregungen der peripheren sensiblen Kopfnerven unabhängig ist. Das Gleiche lässt sich nun wohl auch bezüglich der übrigen bei Galvanisation des

Kopfes auftretenden Erscheinungen (Lichtblitze etc.) annehmen. Die Trigemusanästhesie und den Reactionsmangel bei Galvanisation des Kopfes werden wir daher in dem Althaus'schen Falle sowohl als in den Rosenthal'schen Fällen als einfach neben einander bestehende, des ursächlichen Zusammenhanges entbehrende Anomalien betrachten müssen. \*)

Die Althaus'sche Reflextheorie dürfte somit bis auf Weiteres ausser Betracht kommen. Wir müssen indess noch einer anderen Reflextheorie wenigstens in Kürze gedenken, nämlich jener Theorie, welche den galvanischen Schwindel auf Reizung der Ampullennerven bei der Galvanisation des Kopfes und hiedurch bewirkte reflectorische Erregung des Kleinhirns bezieht. Es ist bekanntlich durch eine grosse Anzahl von Forschern constatirt worden, dass Reizungen und Läsionen der Bogengänge eigenthümliche Bewegungsstörungen bewirken, die den bei Reizung und Verletzung des Kleinhirns zu beobachtenden sehr ähnlich sind. Gegenwärtig scheint denn auch die Annahme ziemlich allgemein acceptirt zu sein, dass wir in den Bogengängen Sinnesorgane besitzen, durch welche die Orientirung über das Verhalten unseres Körpers im Raume wesentlich beeinflusst wird, Sinnesorgane, durch deren Erregung besondere Lage- und Gleichgewichtsempfindungen — statische Empfindungen — ausgelöst werden. Bei den bekannten Beziehungen des N. acusticus zum Kleinhirn (Meynert<sup>196</sup>) legt sich der Gedanke nahe, dass die in den Bogengängen durch die Einwirkungen der Endolymphe ausgelösten Erregungen in der Bahn des N. acusticus dem Kleinhirn zuströmen. Da bei den Schwindel erregenden Applicationen des Stromes am Kopfe eine directe Beeinflussung der Bogengänge, respective der Ampullennerven nicht sicher auszuschliessen ist, wäre sohin die Mög-

\*) Ein weiteres Eingehen auf das immerhin interessante Thema, wie sich etwa der fragliche Reactionsmangel erklären liesse, müssen wir uns an dieser Stelle versagen.

lichkeit vorhanden, dass Reizung der Ampullennerven die Schwindelsensationen und zugleich durch reflectorische Beeinflussung des Kleinhirns die objectiven Schwindelsymptome, das Wanken des Kopfes und Körpers nach der Seite hervorruft. Indess ist es wenn auch möglich, so doch durchaus unerwiesen, dass die anzunehmende Reizung des Kleinhirns auf diesem Wege geschieht. Es ist dies sogar sehr unwahrscheinlich, weil in den meisten Fällen von Kopfgalvanisation bei Anwendung mässiger Stromstärken Erscheinungen von Reizung des eigentlichen Hörnerven fehlen, und kein Beweis dafür vorhanden ist, dass die Ampullennerven dem Strome in dem Masse leichter zugänglich sind als die Erdausbreitungen des Acusticus in der Schnecke, dass bei Durchleitung eines Stromes durch den Kopf lediglich die ersteren und nicht die letzteren gereizt werden könnten. Brenner<sup>197</sup> betont, dass der Schwindel von den in den Sinnesnerven entstehenden Reizerscheinungen vollkommen unabhängig ist.

Hiemit stimmen meine Erfahrungen vollkommen überein. Der Schwindel kann als ausschliessliche Reizerscheinung bei Kopfgalvanisation auftreten. Ich kann daher der Annahme nicht beipflichten, dass die Erregung des Kleinhirns durch Vermittlung der Ampullennerven zu Stande kommt. Es erübrigt nun noch, zu erörtern, ob die Einwirkung des Stromes auf die betreffenden centralen Apparate eine directe ist, ob der anzunehmende Reizzustand durch unmittelbare Einwirkung des Stromes auf die Nervenmasse oder durch Beeinflussung vasomotorischer Apparate und hiedurch bedingte Aenderungen in der Blutvertheilung in den betreffenden Centralorganen zu Stande kommt (Vergl. Hitzig's, Runge's, Letourneaus Ansicht).

Berücksichtigen wir den Umstand, dass Erscheinungen, welche auf directe Reizung irgend welcher Centren der Grosshirnrinde und der basalen Ganglienmassen des Streifen- und

Sehhügels hinweisen, bei der Galvanisation des Kopfes mangeln, so wird es an sich schon auch für das Kleinhirn sehr unwahrscheinlich, dass dessen Erregung durch den Strom durch directe Beeinflussung seiner Nervenmasse geschieht. Auf der anderen Seite liegt eine Reihe von Momenten vor, welche sehr zu Gunsten einer auf vasomotorischem Wege bewirkten Erregung des Kleinhirns sprechen. Diese Momente bestehen in Erfahrungen, welche einerseits dem elektrischen Strome eine Einwirkung auf die Circulationsverhältnisse in den einzelnen Gehirnthteilen zuzuschreiben gestatten, andererseits auf eine Entstehung von Schwindel durch Aenderungen in den Blutzufuhrverhältnissen im Gehirn hinweisen. Auf erstere Momente werden wir an späterer Stelle näher eingehen; von letzteren wollen wir hier anführen: Entstehung von Schwindel durch Galvanisation am Halse (sogenannte Sympathicusgalvanisation), wodurch die Circulationsvorgänge im Gehirn jedenfalls beeinflusst werden, ferner durch Verringerung der Blutzufuhr zum Gehirn in Folge von Erlahmung der Herzaction, bedeutenden Blutverlusten etc., u. endlich durch abnorme Steigerungen (Fluxionen) der Blutzufuhr zum Gehirn. Es erscheint uns desshalb bei dem gegenwärtigen Stand der Untersuchung die Annahme am begründetsten, dass die Erregung derjenigen centralen Apparate, von welchen die objectiven Schwindelsymptome abhängen, durch Aenderung in ihren Blutzufuhrverhältnissen herbeigeführt wird.\*)

Die Erklärung des Entstehens der subjectiven Schwindelsymptome macht weniger Schwierigkeiten. Das Zustande-

---

\*) Wir haben oben des öfteren lediglich vom Kleinhirn als Auslösungs-ort der objectiven Schwindelsymptome gesprochen. Es geschah diess der Kürze halber. Wie wir sahen, kommen hiebei auch die Kleinhirnstiele in Betracht. Indess werden die centralen Apparate, von welchen die fraglichen Erscheinungen abhängen, wohl nur einen Theil, vielleicht nur einen sehr kleinen Theil der genannten Gehirnthteile umfassen.

kommen der Scheinbewegungen erklärt sich, wie erwähnt, nach Hitzig aus den Zwangsbewegungen des Bulbus. Das Gefühl des Gedrehtwerdens, Leichterwerdens etc. auf einer Seite dürfte einfach dadurch zu Stande kommen, dass die in den Gleichgewichtscentren (um einen kurzen Ausdruck für diejenigen Centralgebilde zu haben, von welchen die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes abhängt, und deren Beeinflussung die erwähnten Störungen in dem Ablaufe der zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthigen motorischen Impulse zu Tage fördert) ausgelösten Erregungen, respective gesetzten Zustandsänderungen sich nach oben, nach den Grosshirnhemisphären mittheilen, wenn man will reflectorisch fortpflanzen und dort Erregungen — Signale — auslösen, deren subjectives Correlat Schwindelempfindungen sind. Der subjective Vorgang, respective die Grosshirnerregung kann alsdann, wie es in vielen Fällen geschieht, willkürliche motorische Acte auslösen, durch welche die Schwindelerscheinungen verringert werden. (Stützen des Körpers, Anhalten an festen Gegenständen etc.) Die an den Schwindel sich gelegentlich anreihenden Erscheinungen der Uebelkeit und des Erbrechens könnte man geneigt sein, ebenfalls auf Reizung des Kleinhirns zurückzuführen, da vielfach in Fällen von Erkrankung des Kleinhirns Erbrechen beobachtet wurde. Indess hat Nothnagel<sup>198</sup> gezeigt, dass das Erbrechen bei Kleinhirnleiden als eine nicht von der Kleinhirnläsion unmittelbar, sondern von einer auf Nachbartheile und zwar speciell die medulla oblongata ausgeübten Einwirkung abhängige Erscheinung anzusehen ist. Da auch von physiologischer Seite (Schiff<sup>199</sup>) nachgewiesen ist, dass das Centrum des Brechactes in der Medulla oblongata sich befindet, so wird das fragliche Erbrechen und der der Uebelkeit primär zu Grunde liegende Vorgang (die Sensation der Uebelkeit hängt natürlich vom Grosshirn ab) auf Beeinflussung der medulla oblongata durch den electricischen Reiz beruhen. Das

Gleiche dürfte mit dem Erblassen des Gesichtes, ebenso wie mit den hier und da auftretenden Congestionserscheinungen nach dem Kopfe der Fall sein. Es ist bekanntlich durch Owsjannikow<sup>200</sup> und Dittmar<sup>201</sup> in der medulla oblongata und zwar am Boden des 4. Ventrikels ein ausgedehntes vasomotorisches Centrum nachgewiesen worden. Benedict<sup>202</sup> meint, dass dasselbe nur ein vasomotorisches Centrum für die Carotis sei.

Die Erscheinung des Hinterhauptschmerzes — Gefühl des Zusammengespresstwerdens des Hinterhauptes — dürfte ebenfalls auf vasomotorische Einflüsse (Circulationsänderungen in den Hirnhäuten) zurückzuführen sein. Auch der Eintritt von Convulsionen bei Galvanisation des Kopfes liesse sich auf vasomotorische Einflüsse — Reizung des Nothnagel'schen Krampfcentrums im Pons durch Verringerung der Blutzufuhr in Folge Erregung der vasomotorischen Apparate im verlängerten Marke — zurückführen. Indess ist dieses Vorkommnis nach den bisherigen Beobachtungen beim Menschen ein so exceptionelles, dass es sich nicht verlohnt, näher darauf einzugehen.

Wenn wir nun zu den sekundären Wirkungen der Kopfgalvanisation übergehen, so finden wir ein nicht sehr leicht abzugrenzendes Gebiet vor. Die therapeutischen Wirkungen, die hier zunächst und wesentlich in Betracht kommen, sind in vielen Fällen nicht abzusondern von den Wirkungen, welche andere electrotherapeutische Proceduren oder Einwirkungen anderer Art hervorrufen. Immerhin liegen jedoch auch Beobachtungen vor, und unsere eigene Erfahrung weist deren einige auf, in welchen Galvanisation des Kopfes allein bestimmte therapeutische Effecte erzielte oder wenigstens zu erzielen schien.

Wenn wir nun zusehen, in welcher Weise man sich das Zustandekommen der therapeutischen Erfolge, insbesondere in den Fällen von Hirnhämorrhagie die Besserung der



Lähmungserscheinungen u. s. w. vorstellte, so zeigt sich, dass, wenn auch Einzelne, wie Brenner und Rosenthal sich den der Kopfgalvanisation nachgerühmten Wirkungen gegenüber sehr skeptisch verhalten und deshalb auch die von Remak als katalytische bezeichneten Wirkungen des Stroms auf die Centralorgane in das Bereich des Unerwiesenen, Dunklen verweisen, die Remak'schen Anschauungen von der Beeinflussung der Circulations- und Ernährungsvorgänge durch den constanten Strom immerhin noch von den meisten Electrotherapeuten zur Zeit acceptirt sind. Indess ist man verschiedenerseits bei den Remak'schen Annahmen nicht stehen geblieben. So gelangt Benedict zu der Ansicht, dass man mit der Annahme einer gefässerweiternden, circulationsbeschleunigenden Wirkung des Stromes, die nach Remak doch die Hauptsache bei den katalytischen Effecten ausmachen soll, zur Erklärung der therapeutischen That-sachen nicht ausreiche, dass man dem Strome auch gefässerengernde Wirkungen zuerkennen müsse. Legros und Onimus glauben auf Grund ihres oben angeführten Versuches an einem Hunde, dass man nach Belieben die Circulation im Gehirne wie in jedem andern Organe beschleunigen oder verringern kann. Letourneau stützt auf seine oben mitgetheilten experimentellen Beobachtungen die Ansicht, dass es möglich und sogar leicht sei, beim Menschen eine temporäre Gehirnanämie durch Kopfgalvanisation zu erzielen, und dass es hiedurch möglich sei, mit ein wenig Ausdauer über die verschiedenen congestiven Zustände des Gehirns zu triumphiren.

Wenn wir nun, von allen Meinungsverschiedenheiten absehend, lediglich das vorliegende thatsächliche Material berücksichtigen, so müssen wir zugestehen, dass ein vollkommen stichhaltiger Beweis dafür nicht vorliegt, dass die Durchleitung constanter Ströme durch den Kopf in der gegenwärtig in der Therapie fast ausschliesslich üblichen Weise

— percutan längs und quer durch den Kopf — einen Einfluss auf die Circulationsvorgänge im Gehirne, sei es im befördernden, sei es im verringernden Sinne ausübt. Denn den beiden vereinzelt Versuchen von Legros und Onimus am Hunde und von Letourneau am Kätzchen kann, auch wenn wir davon absehen, dass in beiden Versuchen die Art der Durchleitung des Stromes durch den Kopf, respective das Gehirn von der bei den genannten therapeutischen Prozeduren üblichen erheblich sich entfernte, unmöglich genügende Beweiskraft nach der einen oder andern Richtung hin zuerkannt werden. Für Jeden, der selbstständige Erfahrung auf dem Gebiete der experimentellen Gehirnphysiologie besitzt, bedarf diese Behauptung kaum eines besonderen Beweises. Es wird indess aus den Bemerkungen, welche ich der Mittheilung meiner eigenen Versuche vorzuschicken genöthigt bin, für Jedermann zur Genüge erhellen, welch' grossen Schwierigkeiten die Deutung der an den Hirnhautgefässen trepanirter Thiere zu beobachtenden Caliberänderungen unterliegen, und dass es deshalb ganz unzulässig erscheint, aus dem in einem einzelnen Falle Beobachteten allgemeine Gesetze ableiten zu wollen. Den therapeutischen Effecten dagegen, wenn sie auch in vielen Fällen die Annahme einer durch den Strom bewerkstelligten Aenderung in den Circulations- und Ernährungsverhältnissen des Gehirns oder einzelner seiner Theile nahe legen, haftet namentlich bei dem über vielen Krankheitszuständen des Gehirns noch schwebenden Dunkel nicht jener Grad von Unzweideutigkeit an, dass man sie als unanfechtbare Beweise für die Wirkung des Stromes als eines gefässerweiternden oder verengernden, eines die vasomotorischen Bahnen und Centren nach der einen oder anderen oder nach beiden Richtungen hin beeinflussenden Agens betrachten könnte. Unbefangene Beobachter erkennen diesen Stand der Dinge rückhaltslos an. So bemerkt ein gewiss kompetenter Autor, Erb<sup>203</sup>, indem

er von den Erfolgen der Anwendung des electricischen Stromes bei Rheumatismen, Blutextravasaten, organischen Erkrankungen des Nervensystemes spricht: »dass der electricische, besonders der galvanische Strom solche Erfolge hat, kann nicht geläugnet werden; auf welchem Wege und in welcher Art und Weise er sie aber erzielt, ist uns trotz aller theoretischen Auseinandersetzungen noch unbekannt. Meiner Meinung nach ist es sehr wahrscheinlich, dass dabei uns noch ganz unbekannte Wirkungen des Stroms in Frage kommen: möglich, dass der Strom die chemische Constitution der organischen Elementartheile modificirt; möglich, dass er durch Steigerung der electromotorischen Vorgänge im Nervensystem und andern Geweben, oder irgendwie sonst die Vorgänge des Stoffwechsels belebt, neue Umsatzungen, Ausgleichungen und dergleichen bewirkt; möglich, dass er durch Einwirkung auf die Blutgefäße die Zufuhr des Nahrungsmaterials steigert, die Resorption von Exsudaten, Extravasaten und dergleichen bewirkt; möglich, dass er durch reflectorische Einwirkungen die Ernährung und Circulation verändert — alles das ist möglich, aber durchaus nicht sicher bewiesen, wenn auch die therapeutischen Erfolge noch so fest stehen.»

---

## IV. ABSCHNITT.

## Eigene experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen am Kopfe applicirter electricischer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle.

Um etwas mehr Klarheit in der vorliegenden Frage zu schaffen, um den vorhandenen empirischen Thatsachen und den darauf gebauten Annahmen, wenn möglich, zu einer breiteren physiologischen Unterlage zu verhelfen, hielt ich es für nöthig, den experimentellen Weg einzuschlagen. Ich habe deshalb eine erhebliche Anzahl von Versuchen an Thieren, vorzugsweise an Kaninchen angestellt und hiebei neben den Wirkungen des constanten Stromes auf die Gehirngefäße auch die des inducirten Stromes und die peripher einwirkender electricischer Reize möglichst in Betracht gezogen. Die Zahl der einzelnen von mir angestellten Reizversuche beträgt in die Hunderte. Wenn trotzdem die Ergebnisse meiner Versuche den von mir und auch wohl von Anderen gehegten Erwartungen in manchen Punkten nicht ganz entsprechen, so wird man dies bei Berücksichtigung der hier obwaltenden, zum Theil unüberwindlichen Schwierigkeiten erklärlich finden. Diese Schwierigkeiten sind von früheren Experimentatoren schon eingehend berührt worden; und dennoch will es mich bedünken, dass dieselben bisher noch nicht in ihrem vollen Umfange gewürdigt wurden. Es benöthigt deshalb, auf diese Verhältnisse näher einzugehen.

Die Eröffnung der Schädelhöhle lässt sich bei Kaninchen, insbesondere bei älteren ohne erhebliche Schwierigkeiten und ohne Verletzung der Dura mittelst des Trepanns ausführen. Ich habe meist durch stärkeres Andrücken des Trepanns auf einer Seite an einer kleinen Stelle nur den Knochen ganz durchsägt und durch Einführen der Spitze

eines starken Skalpells und nach Aussendrücken des Knochens das Trepanstück entfernt. Die weitere Vergrößerung der Knochenlücke geschah mit der Knochenzange. Nicht narkotisirte Kaninchen äussern während dieser Eingriffe wohl Unruhe, schreien aber nicht, was sie dagegen z. B. bei Reizung eines Körpertheiles mit starken faradischen Strömen immer thun. Die Blutung aus den Diploegefässen ist selten erheblich, aber oft wenn auch geringfügig, doch hartnäckig, die Beobachtung sehr störend und hiemit den Versuch gefährdend. Es gelingt bei älteren Thieren jedoch in der Regel dieselben zu stillen, durch Anpressen von Leinwand, Fliesspapier, Schwamm und dergleichen. Die in den meisten Fällen sehr dünne, und anfänglich wenigstens durchsichtige Dura mater lässt neben ihren eigenen Gefässen die der Pia mater wahrnehmen. Man sieht von letzteren die Venen durch die Dura hindurchschimmernd als meist beträchtliche dunkelblau-rothe Stränge mit zahlreichen Verästelungen, von welchen sich die Arterien als viel schmalere, deutlich hellrothe Gefässe in markanter Weise unterscheiden. Auch in ihrem Verlaufe differiren beide Arten von Gefässen. Die Venen sammeln sich medianwärts, gegen den Sinus longitudinalis zu, zu stärkeren Stämmchen, bei den Arterien liegen die Stämme lateral, und die oft gablig sich abzweigenden Äste streben der Mittellinie zu. Indess gewährt die Betrachtung durch die Dura hindurch kein vollständiges und für alle Fälle genügendes Bild der Injectionsverhältnisse der Pia. Das Verhalten der feineren Verzweigungen lässt sich sehr oft nur bei directer Betrachtung der Pia feststellen, durch die Dura mater hindurch gesehen gaben die feineren Verzweigungen oft Anlass zu Täuschungen. So schien mir bei erhaltener Dura öfters ein Blutextravasat an einer Stelle der Pia vorhanden zu sein, während sich nach Entfernung der Dura an der betreffenden Stelle der Pia nur eine stärkere Injection zeigte. Die Betrachtung der Gefässe mit freiem Auge ist

ungenügend und unzuverlässig. Es wurden desshalb in allen meinen Versuchen nur mit der Lupe gemachte Beobachtungen notirt. Die Anwendung stärkerer Vergrößerungen schien mir jedoch in den meisten Fällen undurchführbar, weil hiebei die geringste Bewegung des Kopfes des Thieres schon das Objekt, auf welches man einstellt, der genauen Beobachtung entrückt.

Das Verhalten der Gefäße der Hirnhäute unmittelbar nach Eröffnung des Schädels ist kein gleichmässiges; meine Beobachtungen weichen hierin von denen verschiedener früherer Experimentatoren ab. Gleichgültig ob man Narkose anwendet oder nicht (ich wandte als Narcoticum nur Chloroform an), die Injection der Hirnhäute, die sich sofort nach Eröffnung der Schädelhöhle zeigt, ist eine wechselnde, bald stärkere, bald geringere. Ich habe meine ersten Versuche durchgehends an narkotisirten Thieren angestellt. An einigen dieser Thiere zeigten sich die Gehirnhäute unmittelbar nach der Blosslegung sehr wenig injicirt, das ganze blossliegende Gehirn blass, in anderen hinwiederum sehr stark hyperämisch, mitunter sogar ganz dunkelroth. Die betreffenden Thiere zeigten während des Inhalirens in der Regel schon schnarrende, laut hörbare Respiration und hörten oft plötzlich zu respiriren auf — starben — bevor man etwas mit ihnen unternehmen konnte. In anderen Fällen wiederum, in der Mehrzahl wohl, war die Injection eine mittlere.\*) Ich halte diese Beobachtungen für nicht ganz unerheblich, weil über die Wirkungen des Chloroforms auf die Gehirngefäße unsre Kenntnisse noch sehr mangelhaft sind, und noch allerlei unerwiesene Ansichten cursiren. In den ersten Minuten nach der Blosslegung des Gehirns zeigen die beobachtbaren Gefäße ebenfalls verschiedenes Verhalten. Mitunter konnte ich an denselben keinerlei erhebliche Kaliberänderungen wahr-

\*) Vergl. hiezu Schüller's Beobachtungen, Berl. klin. Wochenschrift, 1874, Nr. 25 u. f.

nehmen. Oft war dagegen abwechselnd Ab- und Zunahme und wieder Abnahme zu beobachten und erst nach längerer Zeit der Eintritt eines annähernd gleichbleibenden mittleren Injectionszustandes zu constatiren. In vereinzelten Fällen zeigte sich auch eine stetig bis zu einer gewissen Grenze zunehmende Erweiterung der Gefässe, die alsdann längere Zeit anhielt. Diese Kaliberveränderungen sind wohl hauptsächlich durch den Reiz der Luft, in specie den thermischen Reiz der Temperatur-Differenz zwischen Blut- und Luftwärme und der hiedurch bewirkten Abkühlung bedingt. Die mit den Respirationsphasen zusammenhängenden Injectionsveränderungen gehen dabei natürlich nebenher. Insbesondere an den Rändern der Wunde und die grösseren Gefässe entlang sieht man das Ab- und Zufluthen der Cerebrospinalflüssigkeit sehr hübsch, das oft ein Pulsiren der Venen vortäuscht. Es ist nichts weniger als leicht den Zeitpunkt des Eintrittes der Accomodation der Piagefässe an die neuen Verhältnisse, unter welchen sie sich nunmehr befinden, zu bestimmen. Es kann natürlich nur mit einer gewissen Reserve überhaupt von einer solchen Accomodation gesprochen werden. Ein vollständig normales Verhalten, d. h. ein Verhalten vollständig gleich dem bei geschlossenen Schädel wird man den Gefässen der blossgelegten Hirnpartie wohl kaum zuschreiben dürfen. Diese Periode relativer Accomodation der Piagefässe dauert verschieden lange, häufig genug jedoch nur sehr kurze Zeit, (5, 10, 15—30 Minuten); es beginnt alsdann schon eine weitere Gruppe von Veränderungen, in erster Linie die des Eintrocknens der Pia. Die arteriellen Gefässe zeigen alsdann auf einwirkende Reize wenig und schliesslich gar keine Reaction mehr. Es machen sich auch nach dem Eintritte dieser 3. Periode wohl längere Zeit noch Änderungen in den Injektionsverhältnissen bemerklich; diese sind aber meist auf rein mechanische Verhältnisse zurückzuführen, wie z. B. stärkere Anschwellung der venösen Gefässe

in Folge forcirter Expirationen (Schreiens) oder sonstiger heftiger Bewegungen. Die Erhaltung der Dura hilft über diese Schwierigkeiten nicht hinweg. Die Dura büsst bei längerem Blossliegen häufig erheblich an Durchsichtigkeit ein, andererseits zeigen die Piagefässe unter derselben nach einiger Zeit verminderte und später ebenfalls keine Reaction mehr.

Krauspe<sup>204</sup> ist der Ansicht, dass die äussere Luft als Entzündungsreiz auf die Gehirnhäute einwirke. Für einzelne Fälle scheint diese Ansicht nach meinen Erfahrungen eine Berechtigung zu haben. Ich habe des öfteren sehr geringfügige, selbst völlig mangelnde Reaction der Piagefässe wahrgenommen, ohne dass an der Pia die Zeichen von Vertrocknung sichtbar gewesen wären. In anderen Fällen hinwiederum zeigen sich die Piagefässe durch lange Zeit hindurch von vorzüglicher Reactionsfähigkeit. Es scheinen hier individuelle Dispositionen der Thiere im Spiele zu sein, in Folge deren bei einzelnen derselben der Reiz der Verletzung des Schädels und der Einwirkung der äusseren Luft in der ersten Zeit nach Blosslegung des Gehirns von keinem merklichen Einflusse auf die Gehirngefässe sich erweist, während bei anderen Thieren diese Reizmomente sofort eine mächtige Wirkung zu äussern scheinen. Es erhellt aus dem Vorstehenden, dass meist nur während eines verhältnissmässig kurzen und dabei nicht genau abzugrenzenden Zeitraumes, und keineswegs in jedem Falle brauchbare Beobachtungen über das Verhalten der Piagefässe unter Einwirkung verschiedener Reize gemacht werden können. Hiezu kommt aber noch eine Anzahl complicirender Momente, welche bei meinen Versuchen oft genug in störender Weise sich geltend machten. Die Bewegungen des Thieres, insbesondere heftige Expirationen verursachen mehr minder starkes Hervortreten des Gehirns aus der Knochenlücke, wobei die Injection der blossliegenden Hirnpartie gewöhnlich bedeutend zunimmt. Hie und da wird



aber dieselbe auch geringer, die Hirnoberfläche blasser, was dadurch bedingt zu sein scheint, dass gelegentlich durch das Anpressen des Gehirns an die Knochenränder die arteriellen Stämmchen comprimirt werden. Es ist auf diesen Umstand schon von Riegel und Jolly<sup>205</sup> aufmerksam gemacht worden. Bei Durchleitung eines Stromes durch den Kopf tritt selbst bei Anwendung geringer Stromstärken bei plötzlicher metallischer Schliessung öfters auch bei Oeffnung nahezu regelmässig bei Wendung des Stromes entweder im Momente des Schliessens etc. des Stromes oder einige Augenblicke später Zusammenfahren des Thieres oder wenigstens eine Bewegung des Kopfes (oft auch Zuckungen der Schädelmuskulatur) ein, wodurch die Beobachtung des Theiles, auf welchen man einstellt, entweder sehr beeinträchtigt oder ganz unmöglich gemacht wird. Die Benützung des Czermak'schen Kopfhalters hilft über diesen Uebelstand nicht hinweg. Ich bin der Ansicht, dass diese Erschütterung des Gesammthirnes, dieses Zusammenfahren weniger directe Wirkung des Stromreizes auf das Gehirn, als Folge des psychischen Eindrucks, des Schreckens ist, den die dem Thiere fremdartigen Sensationen bei Durchströmung des Kopfes verursachen. Bei stärkeren Strömen treten noch Schreien, heftige Abwehrbewegungen und Convulsionen hinzu. Von grösster Bedeutung ist im Allgemeinen die Blutung aus den Knochenrändern, während die Blutung aus den durchtrennten Dura mater-Gefässen fast nie in Betracht kommt. \*) Wo erstere längere Zeit, wenn auch ganz geringfügig, persistirt, und man genöthigt ist, zur Säuberung des Gesichtsfeldes oft zu tupfen und zu wischen, sei es mit Leinwand, Fliesspapier, Schwamm oder irgend welchem andern Material, darf man, auch wenn durch diese Manipulationen — was oft nicht zu vermeiden — kein Piagefäss verletzt

---

\*) Diess gilt natürlich nur für die von mir zur Trepanation gewählten Stellen.

und die Blutung endlich gestillt ist, auf eine Verwerthbarkeit des betreffenden Versuches kaum rechnen. Es lassen sich die der Pia anhaftenden Gerinnsel oft nicht säuberlich entfernen; mit dem Blute wird auch die, die Pia bedeckende Schichte Flüssigkeit (der Rest der subduralen Flüssigkeit) von dem zur Säuberung benützten Materiale eingesogen, die Pia trocknet alsdann sehr rasch ein, und die Gefässe reagiren nicht mehr. Löschpapier, welches sich zur Stillung der Blutung im Uebrigen sehr gut eignet, ist daher nur mit grosser Vorsicht anzuwenden, überhaupt die Stillung der Blutung mit der grössten Sorgfalt und Umsicht vorzunehmen.

Wenn ich im Vorstehenden in vielleicht etwas anspruchsvoller Breite auf die Details der experimentellen Technik eingegangen bin, so möge es darin seine Entschuldigung finden, dass ich einerseits den Leser nicht in Zweifel darüber lassen wollte, in wie weit ich mich mit den vorhandenen experimentellen Schwierigkeiten abgefunden habe, andererseits den nach mir mit demselben Thema sich Beschäftigenden einige Fingerzeige zu geben beabsichtigte. Die Beobachtungen, auf welche ich meine Schlüsse bezüglich der Einwirkung der Kopfgalvanisation basirte, sind lediglich solche, welche in der oben berührten 2. Periode von dem Eintritte annähernder Kaliberconstanz der Gefässe bis zum Beginn deutlicher Zeichen der Vertrocknung der Pia gemacht wurden. Dabei wurden alle durch Complicationen (mechanische Einwirkungen etc.) bedingten Veränderungen der Gefässweite gebührend in Rechnung gezogen. Ich habe in meinen Versuchen anfänglich aus Unkenntniss des Ganges der Dinge, später lediglich zur Bestärkung meiner allmählig gewonnenen Anschauungen meine Reizversuche oft längere Zeit über diese 2. Periode hinaus, während des Stadiums der Piavertrocknung fortgesetzt. Von einer weiteren Verwerthung der in letzterer Periode gemachten Wahrnehmungen habe ich jedoch abgesehen.

Was nun den Gang meiner Untersuchungen anlangt, so wurde zunächst in einer Reihe von Versuchen festgestellt, dass sich durch Leitung electricischer Ströme durch den Kopf der Thiere überhaupt Aenderungen in dem Lumen der beobachtbaren Gefäße und zwar speziell der Arterien herbeiführen lassen; in einer weitem Reihe von Versuchen wurde sodann die Frage einer näheren Prüfung unterzogen, ob sich durch Anwendung bestimmter Stromrichtungen bestimmte Veränderungen in dem Lumen der Gefäße erzielen lassen, ob mit anderen Worten die vasomotorische Wirkung des Stromes mit der Richtung der Durchleitung schwankt. Es wurden im Ganzen diesen Untersuchungen etwa 40 Thiere geopfert, zum allergrössten Theile Kaninchen. Als Stromquelle benützte ich, wenige Versuche ausgenommen, in welchem eine Batterie von Stöhrer'schen Elementen verwendet wurde, durchaus die in meinem Sprechzimmer befindliche Batterie von 60 Siemens'schen Elementen mit Galvanometer von Krüger. Von der Mittheilung der Anzahl der in den einzelnen Versuchen angewandten Elemente sehe ich ab, weil die Wirksamkeit dieser, während der über Monate sich erstreckenden Zeit der Untersuchung erheblich schwankte. In sehr vielen Versuchen wurde der Galvanometer eingeschaltet und die Nadelablenkung notirt. Die angewandten Ströme ergaben Nadelablenkungen von  $5^0$ — $30^0$ . Indess wurden vorwaltend schwächere Ströme (von  $5^0$ — $10^0$  Nadelausschlag) benützt.

### Versuchsreihe A.

#### Versuch a. 1.

14 Tage altes Kätzchen. Chloroformnarkose. Abtragung einer ausgedehnten Partie des Schädeldaches links, Dura mater intact. Blutung nicht ganz unbedeutend; doch verbleibt das Thier lange Zeit hindurch sehr kräftig.

Nach der Eröffnung der Schädelhöhle — während des Chloromschlafes — erscheint das Gehirn eingesunken, die Ober-

fläche desselben blass, die Gefässe der Hirnhäute sehr wenig gefüllt. Mit dem Erwachen, und insbesondere dem Schreien des Thieres drängt sich das Gehirn sofort mächtig aus der Lücke im Schädeldache hervor, die Oberfläche desselben wird bläulich roth, die Blutgefässe der Hirnhäute erscheinen strotzend gefüllt. Constante Ströme, längs und quer durch den Kopf geleitet, rufen keine sehr auffälligen Wirkungen hervor. Erst bei ansehnlicher Stromstärke (bis 18 Siemens'sche Elemente) und längerer Durchströmung — über 30 Sekunden — ist eine Verengerung der Gefässe bemerklich; diese ist jedoch nicht sehr erheblich. Schwache Inductionsströme beeinflussen ebenfalls die Gefässinjection nicht in auffallender Weise. Stärkere Inductionsströme dagegen verursachen sofort — längs oder quer durch den Schädel geleitet — mächtiges Emporsteigen des Gehirns und starke Füllung der Gefässe.

#### Versuch a. 2.

Kaninchen, 8 Wochen alt. Keine Narkose. Abtragung einer erheblichen Partie des linken Seitenwand- und Schläfenbeins; Blosslegung der Dura, ohne Verletzung derselben; Blutung während des Operationsactes nicht bedeutend. Nach der Blosslegung mässige Blutung einige Zeit andauernd, Verlust im Ganzen jedoch kein bedeutender.

In dem blossgelegten Gesichtsfelde mehrere grössere venöse Gefässe deutlich mit dunklem Blute gefüllt: ferner ein paar langgestreckter, parallel verlaufender dünnerer Gefässe, wovon das eine deutlich mit hellem rothem Blute gefüllt, also arteriell; daneben zahlreiche feine Ramificationen: Augenmerk hauptsächlich auf das erwähnte arterielle Gefäss gerichtet.

Bei Application der Electroden an Stirne und Nacken und schwächeren constanten Strömen keine deutliche Veränderung in dem Lumen der Gefässe: im Ganzen hiebei die Injection der beobachteten Partie eher abnehmend.\*) Erst bei stärkeren

\*) Das Thier athmete 2 Male, nachdem es sehr unruhig geworden, aber immer nur für wenige Augenblicke Chloroform an der Mündung eines Glases ein. So auch von der Anwendung stärkerer Ströme, wobei die deutliche Verengerung der Arterie beobachtet wurde. Um eine Narkose handelte es sich hiebei jedoch sicher nicht, da das Thier bei Application der Electroden an die Schläfengegend, respective Ohren sofort die heftigsten Schmerzäusserungen kundgab. Aus diesem Grunde wurde auch von Durchleitung des Stromes in querer Richtung durch den Kopf abgesehen und nur Längsleitung versucht.

Strömen und mehrere Minuten anhaltender Application macht sich eine deutliche Verringerung des Lumens des arteriellen Gefäßes und ebenso der venösen Gefäße bemerklich. Application des inducirten Stromes von mässiger Stärke verursacht Unruhe des Thieres und zu gleicher Zeit verstärkte Füllung der Gefäße; selbst bei schwachen Inductionsströmen (Application wie beim constanten Strome) zeigte sich noch vermehrte Injection der Gefäße. Schluss der Wunde mit 3 Nähten. Das Thier trinkt sofort eine kleine Quantität Milch; Bewegung der Vorderextremitäten schwach.

#### Versuch a. 3.

Ausgewachsenes, sehr kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose vollständig; das Thier athmet sehr ruhig und ist ganz bewegungslos. Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepan; Entfernung einer circa 20 Pfennigstück grossen Partie des Knochens. Anfangs bedeutende Blutung, die alsdann von selbst still steht. Entfernung der dura mater im Umfange der Knochenlücke: starke Injection der Pia wahrnehmbar. Gehirnpartie dagegen die Schädellücke nicht oder kaum überragend. Bei Durchleitung eines mässigen constanten Stromes (gerade stark genug um Zuckungen der Schädelmuskulatur auszulösen). — Abnahme der Hyperämie der Pia wahrnehmbar, aber erst nach längerer Durchleitung längs durch den Kopf (1 Pol Stirne, 1 Pol Nacken.) Bei metallischen Wendungen noch weitere Verringerung der Injection, aber nur für wenige Augenblicke, dann Rückkehr zum vorigen Lumen; dabei lebhaftere Bewegung des Gehirnes; Einsinken und Hervordrängen in rascherer Aufeinanderfolge als gewöhnlich. Leitung quer durch den Kopf ergibt keine anderen Erscheinungen als die Längsleitung.

#### Versuch a. 4.

Ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen, Chloroformnarkose. Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepan, ohne Verletzung der Dura. Durchtrennung und Entfernung der Dura im Umfange der Knochenlücke. Blutung im Ganzen sehr gering. Thier athmet vollkommen ruhig und ist regungslos.

Die blossliegende Hirnpartie, respective Pia erscheint weniger hyperämisch als in dem gestrigen Versuche. Bei längerer Appli-

cation des constanten Stromes (mässige Stärke, wie beim gestrigen Versuche) längs oder quer durch den Kopf ergibt sich eine Abnahme der Injection. Das Hirn ist ferner eingesunken, liegt unter dem Niveau der Knochenlücke (zum Theil wenigstens) die Hirnbewegungen sind langsam und gleichmässig. Bei raschen Wendungen (metallischen) ist der Erfolg nicht immer der gleiche. Oft ergibt sich im ersten Momente eine Verringerung der Injection, welche jedoch nicht lange anhält. Hie und da scheint das Gegentheil, eine Zunahme der Injection einzutreten. Im ersteren Falle wird zugleich ein beträchtliches Einsinken des Gehirnes, eine vorübergehende Pause der Hirnbewegungen beobachtet, auf welche alsdann eine Anzahl rascher aufeinanderfolgender Bewegungen erfolgt. Im letzteren Falle erfolgt zunächst ein starkes Empordrängen des Gehirns, und hierauf ebenfalls raschere Bewegungen. Application des Inductionsstromes (Pole an Stirne und Nacken) verursacht bei mässiger Stärke eine Zunahme der Injection der Pia.

#### Versuch a. 5.

Grosses sehr kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose. Thier athmet ruhig, Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepane, (linke Schädelhälfte wie immer.) Blutung mässig. Entfernung der Dura. Injection der Pia mässig. Während der Application schwacher constanter Ströme längs und quer durch den Schädel zeigt die Injection der Pia keine sehr erhebliche Veränderung; soweit eine solche statthat, ist es jedenfalls eine Abnahme der Blutfülle. Das Gehirn hiebei eingesunken, unter dem Niveau der Schädellücke ruhend, die Bewegungen desselben ruhig und gleichmässig. Application eines schwachen Inductionsstromes verursacht keine auffallende Änderung der Injection der Pia, aber schon stärkere Erhebung des Gehirns. Bei etwas stärkeren Inductionsströmen, wobei sich das Thier noch ganz ruhig verhält, ergibt sich eine deutliche Zunahme der Injection der Pia und stärkeres Hervorquellen des Gehirns über die Schädellücke. Die stärkere Injection der Pia nach Application des inducirten Stromes geht nur langsam zurück.

#### Versuch a. 6.

2 Monate altes Kaninchen. Abtragung einer grossen Partie des Seitenwand- und Schläfenbeines. Chloroform nur vorübergehend (Vorhalten des Glases) angewendet. Blutung mässig,

aber so hartnäckig von den Knochenrändern aus, dass Beobachtung unmöglich. Durchtrennung der Dura und Blosslegung der Pia im Umfange der Wunde. Schliessung der äusseren Wunde mit 3 Catgutsuturen. Thier während der folgenden 2 Tage munter, frisst mit gewöhnlichem Appetite. 48 Stunden nach der Operation Trennung der bereits ganz verklebten Wunde der Kopfschwarte. An der Innenfläche derselben, zum Theil auch die blossgelegte Hirnpartie bedeckend, weissliches, gallertartiges Exsudat. An der, der Knochendecke beraubten Hirnpartie die pia mater zum grössten Theile in eine fast gleichmässig rothe, glänzende Membran verwandelt, an der sich mit der Lupe einzelne Gefässramificationen nicht mehr unterscheiden lassen (ausgenommen an einer Furche, an welcher ein Gefäss deutlich wahrnehmbar); an einem kleinen Theile der blossgelegten Hirnpartie fehlt diese Metamorphose der Pia; hier hat die Hirnoberfläche nicht das glänzend rothe Aussehen, erscheint höchstens etwas dunkler als normal, es sind auch einzelne Gefässe wahrnehmbar.

Durchleitung eines mässigen constanten Stromes von der Stirn zum Nacken hat keine deutliche Aenderung in dem Aussehen des rothen Theiles der pia oder in der Injection der einzelnen wahrnehmbaren Gefässe zur Folge, auch nicht nach längerer Durchleitung. Sicher ist, dass hiedurch keine dunklere Färbung der Pia oder stärkere Füllung der Gefässe bewirkt wurde, eher das Gegentheil. Bei Application des inducirten Stromes in gleicher Richtung anfangs stärkere Erhebung des Gehirnes aus der Knochenlücke und dunklere Färbung der Oberfläche, später Zurückgehen dieser Erscheinungen.

#### Versuch a. 7.

Kleines, 6—7 Wochen altes Kaninchen. Chloroformnarkose. Eröffnung der Schädelhöhle mit kleinem Trepan ohne Blutung. Abtragung einer grösseren Knochenpartie mit der Zange. Durchtrennung und Abtragung der Dura. Mässige Blutung. Gefässe der Pia auf Berührung mit in kaltes Wasser getauchtem Schwamme contrahirt, erweitern sich hierauf wieder; es verbleibt eine beträchtliche Injection. Starke Reizung der Haut mit dem faradischen Pinsel auf der Seite der Verletzung (Hinterextremitäten und Bauch) sowohl, als auf der gegenüberliegenden Seite hat bedeutende Zunahme der Injection der Pia und beträchtliches Hervorquellen des Gehirnes aus der Schädelhöhle zur Folge.

Die sich hervordrängende Gehirnpartie hat fast das Aussehen von Granulationen. Die Verstärkung der Injection und das bedeutendere Hervortreten des Gehirnes beginnen schon, bevor das Thier wegen der Reizung unruhig zu werden und zu schreien anfängt, welches letztere nach kurzer Einwirkung des Pinsels geschieht. Mit der Intensität des angewandten Inductionsstroms wurde nur allmählig gestiegen.

Die im Vorstehenden angeführten Versuche bilden einen Theil jener ersten Reihe von Untersuchungen, durch welche ich zunächst und hauptsächlich darüber Aufschlüsse erlangen wollte, ob sich durch percutan am Kopfe von Thieren applicirte Ströme von mässiger Intensität ein Einfluss auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle ausüben lässt. Obwohl man nicht umhin kann, auf Grund der berichteten Ergebnisse die gestellte Frage zu bejahen und sohin diesen Versuchen eine positive Bedeutung zuzuerkennen, so muss ich doch gestehen, dass die angeführten Beobachtungen meinen Erwartungen nicht entsprachen. Meine ersten Versuche wurden an jungen Katzen angestellt. Von der Benützung dieser Thiere stand ich jedoch ab, nachdem ich etwa 8 derselben geopfert hatte, ohne entschieden brauchbare Resultate erlangt zu haben. Junge Katzen sind für die Einwirkung des Chloroforms nicht sehr empfänglich. Eine vollständige Narkose erheischt bei denselben bedeutend grössere Chloroformquantitäten, als man nach dem Körpergewicht der Thiere erwarten sollte. Dabei gehen die Thiere oft plötzlich zu Grunde. Ferner sind bei diesen Thieren die Gefässe so fein, dass geringe Kaliberänderungen nicht leicht wahrzunehmen sind. Experimentirt man an nicht narkotisirten Thieren, so gestatten das Schreien und die sonstigen Bewegungen der Thiere es nicht, die Wirkung angewandter Reize auf die Gehirngefässe deutlich wahrzunehmen. Ich ging deshalb zu Kaninchen über und benützte hiebei anfänglich, einerseits um den Thieren den Schmerz der Ope-



ration zu ersparen, andererseits die störende Einwirkung der Unruhe der Thiere möglichst auszuschliessen, zumeist Chloroform. Allein auch hier waren die zu beobachtenden Kaliberveränderungen nicht von dem Umfange, den ich erwartet hatte. Immerhin traten aber, wie Versuch 2, 3 und 4 zeigen, unter der Einwirkung des constanten Stromes deutliche Änderungen in dem Lumen der arteriellen Gefässe ein, in den beiden Versuchen 2 und 3 noch dazu zum Theil unter Umständen, welche deren Verursachung durch den electricen Reiz ganz zweifellos erscheinen lassen. Hier waren Kaliberveränderungen in unmittelbarem Gefolge der Stromwendung und begleitet von entsprechenden Schwankungen des Hirnvolumens (also der Blutfülle des Gesamthirns) zu beobachten. Den geringen Umfang der Kaliberveränderungen während des stetigen Fliessens des Stromes war ich anfänglich geneigt auf Chloroformwirkung zu beziehen. Allein auch in den zahlreichen späteren Versuchen, bei welchen keine Narkose angewendet wurde, waren die zu beobachtenden Kaliberschwankungen häufig wenig ergiebig, in einzelnen Fällen waren sogar deutliche Änderungen überhaupt nicht zu constatiren. Wenn wir die von der Norm so sehr abweichenden Verhältnisse berücksichtigen, unter welchen sich die Gefässe der blossgelegten Gehirnpartie befinden, so kann dies wohl nicht befremden. Der Reiz der äusseren Luft, die von den Wundränden ausgehenden Erregungen, die Zerrung der Weichtheile des Schädels, die nöthig ist, um die blossgelegte Gehirnpartie auch dem Blicke stetig zugänglich zu erhalten, die Fixation des Thieres, dies alles sind Umstände, welche vasomotorische Reflexe auszulösen und hiedurch Gefässverengerungen und Erweiterungen hervorzurufen vermögen. Welche Wirkungen im einzelnen Falle diese Momente ausüben, ist nicht genau zu übersehen. Es ist nur dies sicher, dass der electriche Reiz alle diese Einflüsse an Wirksamkeit übertreffen, übercompensiren muss, wenn er eine

Reaction nach der einen oder anderen Richtung hin erzielen soll. Angesichts dieser Verhältnisse erscheint es, auch wenn wir von der Möglichkeit einer entzündungserregenden Einwirkung der äusseren Luft oder des Versuchstraumas und einer hiedurch bewirkten Gefässparalyse absehen, durchaus nicht räthselhaft, dass an den Arterien der blossgelegten Pia unter der Einwirkung des constanten Stromes Kaliberschwankungen ähnlich wie an den Arterien eines unverletzten Körpertheiles — z. B. den Arterien des Ohres bei Kaninchen — nicht wahrgenommen werden. Es ist auch nahe liegend, dass unter Umständen die durch den electricischen Reiz ausgelöste Erregung die ihr entgegenwirkenden Einflüsse nicht oder nur sehr unerheblich zu überwinden im Stande ist und daher keine Reaction eintritt oder wenigstens sichtbar wird. Denn es ist immerhin nicht ausser Acht zu lassen, dass wir selbst beim Gebrauche der Lupe nur gröbere Veränderungen in den Injectionsverhältnissen verfolgen können, und dass aus dem Nichtsichtbarwerden von Änderungen noch nicht auf den gänzlichen Mangel solcher geschlossen werden darf.

Es ist dies auch den Ergebnissen des Versuchs a. 6 gegenüber zu berücksichtigen. Ich halte diesen Versuch gerade seiner negativen Resultate wegen für lehrreich und daher der Mittheilung würdig. Er stellt zugleich den Repräsentanten einer Anzahl von Beobachtungen dar, die ich machte. In diesem Versuche war nicht eine hypothetische, sondern eine ganz zweifellose Entzündung der Pia vorhanden; die Durchleitung constanter Ströme durch den Kopf des Thieres verursachte hier keine merkliche Aenderung der Injection. Dagegen trat eine solche und zwar Verstärkung der Injection bei Application des Inductionsstromes ein. Letzterer Umstand ist nun nicht ohne Weiteres etwa dahin zu deuten, dass die in das Schädelinnere eindringenden Stromschleifen des inducirten Stromes hier eine Einwirkung auf die Gefässe ausübten, welche der constante Strom nicht er-

zielte. Die Zunahme der Injection der entzündeten Pia ging parallel mit einer Zunahme der Blutfülle des Gesamthirns (Hebung des Gehirns), und diese mag auch durch Muskelcontractionen — Pressen oder sonstige Bewegungen des Thieres, Contractionen der Halsmuskeln, durch Stromschleifen veranlasst, und hiedurch bewirkte Compression der Halsvenen u. s. w. — bedingt gewesen sein. Nach den Untersuchungen Georg Fischer's<sup>206</sup> bewirken auch Contraction vom Kopfe entfernter Muskelgruppen Steigen des Gehirndruckes, sohin — da letzterer vom Gehirnvolumen und dieses wieder von der Blutfülle des Gehirns hauptsächlich abhängt G. Fischer — der Blutfülle des Gehirns. Wollte man dem gegenüber annehmen, dass die Zunahme der Injection der Pia bei Anwendung von Inductionsströmen am Kopfe überhaupt nur durch Muskelcontractionen bedingt sei, so würde diese Annahme durch den Umstand hinfällig gemacht, dass auch bei Anwendung schwacher Ströme, (siehe Versuch a. 2 und a. 5) wobei die Thiere keinerlei Unruhe bekundeten, diese Zunahme beobachtet wurde. Die Schlüsse, welche sich nun aus den oben angeführten experimentellen Beobachtungen ergeben, sind kurz zusammengefasst folgende :

1. Es ist möglich, durch Leitung constanter sowohl als faradischer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsverhältnisse im Innern des Schädels zu beeinflussen.
2. Acut entzündete Theile scheinen dieser Beeinflussung — jedenfalls von Seiten des constanten Stromes — minder zugänglich zu sein als nicht entzündete.
3. Intensive peripher applicirte Reize können — unabhängig von reflectorischen Contractionen von Skeletmuskeln — eine Verstärkung der Injection der Gehirnhäute hervorrufen.

## Versuchsreihe B.

## Versuch b. 1.

Halbwüchsiges Kaninchen. Chloroformnarkose. Trepanation zu beiden Seiten der Sagittalnaht. Entfernung weiterer Knochenpartieen mit der Zange, insbesondere links. Blutung mässig. Dura mater vollkommen unverletzt, durchsichtig, Gefässe der Pia durchschimmernd, Arterien deutlich von den Venen durch ihre hellerrothe Färbung und schmaleres Kaliber unterscheidbar. Die Dura mater wird belassen. Nach Beendigung der Operation circa 5 Minuten gewartet und die Gefässe während der Zeit beobachtet. Die Injection soweit sichtbar, gering, Venen sowohl als Arterien eng, ihr Kaliber annähernd gleichbleibend. Thier vollkommen ruhig und gleichmässig athmend. Die Beobachtung beschränkt sich auf die links blossgelegte Partie.

1. Aufsteigender Strom. (+ Pol Nacken, — Pol Stirn) stärkerer Strom\*); stärkeres Hervortreten des Gehirns; Gefässe deutlicher. Stromdauer 2 Minuten. Thier athmet ruhig; schläft anscheinend. Nach Entfernung der Electroden Einsinken des Gehirns.
2. Aufsteigender Strom; gleiche Stromstärke wie bei 1. Stromdauer 2 Minuten; stärkere Injection sichtbar.
3. Absteigender Strom; Stromstärke geringer wie bei 1 und 2. Gehirn eingesunken. Gehirnhäute blass.
4. Absteigender Strom; gleiche Stromstärke wie bei 3; etwas Hebung des Gehirns. Injection eine Zeit lang gleichbleibend; später Injection sehr gering. Stromdauer 1 Minute.
5. Aufsteigender Strom. Stromstärke wie bei 4. Stärkeres Hervortreten des Gehirns. Mässige Zunahme der Injection.
6. Inductionsstrom längs durch den Kopf. (Stirn—Nacken.) Sehr bedeutende Zunahme der Injection. Verstärkung der Injection auch nach Entfernung der Electroden längere Zeit anhaltend. Mässiger Strom angewendet. Thier unruhig.
7. Reizung einer Hinterextremität mit starken Inductionsströmen und feuchten Electroden. Heftige Bewegung

---

\*) Es ist durchgehends vom constanten Strome die Rede, wo der Strom nicht näher bezeichnet.

und Schreien. Starkes Hervorquellen des Gehirns ohne deutlich sichtbare Zuuahme der Injection, Blutung aus den Schädelknochen, wesshalb von der Fortsetzung des Versuches vorläufig abgestanden wird.

#### Versuch b. 2.

Thier von Versuch b. 1. 24 Stunden später. Keine Narkose. Trennung der Nähte. In der Umgebung der Knochenslücke links etwas weissliches, faserstoffiges Exsudat. Dura mater daselbst durchsichtig (höchstens um eine unbedeutende Nuance gegen den Tag vorher getrübt.) Gefässe der Pia deutlich durchscheinend, in der Mitte eine diffus rothe Stelle (Blutextravasat), welche übrigens schon Tags vorher (wenn auch kleiner) vorhanden war. Die Untersuchung der rechtsseitigen Trepanationsstelle ergibt daselbst stärkeres Exsudat und Blutung bei Entfernung desselben. Bei den folgenden Beobachtungen wurde nur das Verhalten der links blossgelegten Partie berücksichtigt. Es wird nach Blosslegung der Trepanationsstellen einige Zeit gewartet. Das Thier verhält sich ganz ruhig. Die sichtbaren Gefässe zeigen keine Schwankungen der Ausdehnung.

1. Absteigender schwacher Strom. Gehirn nicht über die Knochenslücke hervorragend, Gefässe ziemlich gleich verharrend.
2. Absteigender etwas stärkerer Strom.\*) Injection annähernd gleich.
3. Absteigender noch etwas stärkerer Strom. Injection gleich.
4. Aufsteigender Strom von derselben Stärke wie bei 3. Stromdauer 2 Minuten. Etwas stärkere Injection.

Hierauf Abtragung der Dura im Umfange der Knochenslücke. Grössere Gefässe der Pia stark gefüllt, reichliche Injection wahrnehmbar; mässige Blutung.

1. Aufsteigender Strom. Intensität wie bei 1. Stärkeres Hervorquellen des Gehirns. Injection anhaltend beträchtlich. Zuckungen der Schädelmuskulatur. Stromdauer 2 Minuten.
2. Absteigender Strom von gleicher Stärke wie bei 1. Injection gleich bleibend bedeutend. (Oeftere) Wendung des Stromes hat vorübergehende Verengerung der Gefässe zur Folge.

---

\*) Die betreffende Stromstärke genügte bei mehreren Personen, um Lichterscheinungen und Schwindel zu produziren.

3. Absteigender Strom. ( $\perp$  Pol an der blossliegenden Hirnpartie, — Pol am Nacken) schwacher, später etwas stärkerer Strom. Keine Aenderung der Injection. Schorf und Blutung an der Applicationsstelle am Gehirn.

#### Versuch b. 3.

Halbwüchsiges, kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose; geringer Chloroformverbrauch. Trepanation. Abtragung einer weiteren Knochenpartie mit der Zange. Blosslegung einer erheblichen Hirnpartie mit Erhaltung der Dura (letztere ganz unverletzt). Eine Zeit lang hartnäckige Blutung aus den Knochenrändern. Das Gehirn erscheint eingesunken; die Injection der Pia, soweit durch die Dura sichtbar, beträchtlich. Abtragung der Dura im Umfange der Knochenlücke. Im Gesichtsfelde nahezu in der Mitte desselben ein starkes venöses Gefäss, daneben und nahezu parallel verlaufend eine schmale Arterie, weiter vorn zu ein zweites arterielles Gefäss. (Beide Arterien an der hellrothen Farbe deutlich unterscheidbar). Injection der Pia im Ganzen erheblich, bei längerer Beobachtung keine nennenswerthe Aenderung derselben wahrnehmbar.

1. Aufsteigender Strom, geringe Intensität. Stromdauer 5 Minuten. Thier wach, aber vollkommen ruhig. Gehirn mit der Schädelöffnung in gleichem Niveau. Injection der Arterien weniger, aber deutlich stärker.
2. Etwas stärkerer, gleichgerichteter Strom. Keine weitere Aenderung.
3. Wendung, absteigender Strom von gleicher Stärke wie 2. Weite der Gefässe sich längere Zeit nicht ändernd, später Lumen der Gefässe eher geringer.

Inductionsstrom. Starker Strom. Reizung der Hinterextremität und Bauchseite auf der trepanirten Seite. Stärkeres Hervortreten des Gehirns, Zunahme der Injection, geringfügige Erweiterung der Arterien, letztere einige Zeit anhaltend. — Nach einer Pause. Reizung auf der andern Seite; ebenfalls stärkeres Hervortreten des Gehirns, keine merkliche Zunahme der Injection.

#### Versuch b. 4.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Eröffnung des Schädels mit dem Trepan, Erweiterung der Lücke mit der Knochenzange. Mässige Blutung. Gehirnhäute

anfänglich blass, später bläulich roth (sehr stark injicirt) und so längere Zeit verbleibend, Dura belassen.

1. Aufsteigender schwacher Strom. Wiederholtes convulsives Erzittern des Thieres. Injection etwas stärker. Stromdauer  $2\frac{1}{2}$  Minuten.
2. Absteigender Strom, Stärke wie bei 1. Gehirn wie bei vorigem Reizversuche im Niveau der Knochenlücke; Injection geringer als am Schlusse des vorigen Versuches.  $2\frac{1}{2}$  Minuten.
3. Quere Durchleitung (Pole hinter den Augen) etwas stärkerer Strom. Anode links, operirte Seite. Stromdauer 2 Minuten. Injection annähernd gleich. Wendung, Thier fällt nach der rechten Seite. Wendung zurück. (Anode links), Thier fällt nach der linken Seite. Anode rechts. Thier fällt nach der rechten Seite. Anode links, Thier fällt wieder nach der linken Seite. An dieser Bewegung betheiligen sich, weil der Kopf und die Hinterextremitäten fixirt sind, nur der Rumpf und die Vorderbeine, und zwar besteht dieselbe in einem Herumwerfen des Körpers, das bei der Fesselung des Thieres nur mit Anstrengung, sozusagen gewaltsam ausführbar ist. Injection allmählig stärker werdend. Abtrennung der Dura im Umfange der Knochenlücke, mässige Blutung. Gefässe der Pia mässig injicirt.
4. Absteigender Strom wie bei 1. Stärkeres Hervortreten des Gehirns; allmählig geringfügige Zunahme der Injection. Gehirn etwas über dem Niveau der Knochenlücke. 2 Minuten. Thier fällt gegen Schluss des Versuches nach der Seite.
5. Aufsteigender Strom wie 1. Gehirn verbleibt über die Knochenlücke hervorragend. Stärkerer Strom; keine Aenderung der Injection. 3 Minuten. Gehirn nach Entfernung der Electroden längere Zeit über das Niveau der Knochenlücke hervorragend. Wiederholtes Erzittern des Gesamttieres.
6. Quere Durchleitung; Strom wie bei 1. Anode links. Injection etwas verstärkt. Wiederholte Wendungen bewirken etwas Verengerung der Gefässe.

#### Versuch b. 5.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Operation ohne Narkose wie im vorhergehenden Versuche. Dura, beim Tropa-

niren etwas verletzt, wird bis auf die Knochenränder abgetragen. Blutung aus den Knochenrändern sehr hartnäckig, aber nicht bedeutend. Pia anfänglich sehr blutreich, wird später blasser, worauf die Injection wieder zunimmt.

1. Absteigender Strom. Anfänglich schwach, später etwas stärker und hierauf noch etwas verstärkt. Pia schon etwas matt. Gefässe annähernd gleich. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke.  $3\frac{1}{2}$  Minuten.
2. Aufsteigender Strom von schwach—stärker. Gehirn stärker hervordrängend. Injection deutlich zunehmend. Stromdauer 2 Minuten.
3. Quere Durchleitung. Strom schwach—stärker. Gehirn anfänglich unter dem Niveau der Knochenlücke. Stärkerer Strom. Stärkeres Hervorragen des Gehirns. Injection annähernd gleich, eher etwas stärker. 4 Minuten.

\* Inductionsstrom.

4. Quer durch den Kopf, Rollenverschiebung von 0—3 Centimeter. Etwas stärkere Erhebung des Gehirns. Zuckungen des Thiers. Injection nicht erheblich verändert, eher zunehmend.  $2\frac{1}{2}$  Minuten.

#### Versuch b. 6.

Grosses, kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Operation wie gewöhnlich links. Blutung bei der Oeffnung der Schädelhöhle geringfügig. Dura unverletzt; mässige Injection der Hirnhäute wahrnehmbar. In der Mitte des Gesichtsfeldes eine grössere Vene, in der Nähe und hievon deutlich unterscheidbar eine schmale Arterie.

1. Absteigender Strom.  $10^0$ — $20^0$ . Injection wenig verändert, eher geringer. Mit dem Oeffnen des Stromes Eintreten einer Blutung.
2. Aufsteigender Strom  $10^0$ . Etwas stärkeres Hervortreten des Gehirns. Arterie etwas weiter. 2 Minuten.
3. Absteigender Strom. (+ Pol Wunde, — Pol Nacken, respective blossliegende Schädelmuskulatur am Hinterhaupte.  $6^0$ . Heftige Zuckungen des Thieres. Injection nicht erheblich verändert.
4. Wendung (— Pol Wunde) gleicher Strom. Starke Zunahme der Injection. An der Applicationsstelle der Electrode graugrünliche Verfärbung der Dura. Durchtrennung



der Dura. Blutung hiebei mässig. Pia ziemlich reichlich injicirt.

5. Absteigender Strom. Thier sehr unruhig; lebhaftere Zuckungen der Schädelmuskulatur. Injection nicht merklich beeinflusst.  $1\frac{1}{2}$  Minuten.
6. Aufsteigender Strom. Wiederholte Zuckungen des Thieres. Die bei Beginne schon reichliche Injection der Pia zeigt geringfügige Zunahme. 3—4 Minuten.
7. Aufsteigender Strom. (— Pol Gehirn, + Pol Nacken, respective Hinterhauptsmuskulatur) Zittern des Thieres. Zunahme der arteriellen Injection.
8. Absteigender Strom (+ Pol Gehirn). Injection annähernd gleich.
9. Aufsteigender Strom. (— Pol Gehirn). Unruhe des Thieres. Wiederholte Wendungen: Zunahme der Injection.
10. Absteigender Strom. (+ Pol Gehirn). Injection gleich.
11. Wendung. (+ Pol Nacken). Vorübergehende Contraction, hierauf anhaltende Erweiterung der Gefässe.

#### I n d u c t i o n s s t r o m.

Rollenverschiebung 2 Centimeter; längs durch den Kopf. Deutliche Verringerung der Injection: Erblassen der ganzen freiliegenden Gehirnoberfläche. Hiebei stärkeres Hervordrängen des Gehirnes. Wendung. Keine deutliche Veränderung der Injection.

#### Versuch b. 7.

Ausgewachsenes, trächtiges, sehr kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Eröffnung der Schädelhöhle wie gewöhnlich links, Blutung sehr gering. Gehirnhäute anfänglich blass, Injection allmählig zunehmend, wird schliesslich sehr bedeutend. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke. Pia zum grösseren Theile verwaschen roth durchschimmernd, nur wenige Gefässe an derselben deutlich unterscheidbar. Abwechselndes Blasser- und Rotherwerden der Gehirnhäute, dabei die Injection im Ganzen zurückgehend. Schliesslich die Injection wieder zunehmend und dabei verharrend.

1. Absteigender Strom. Leise Zuckungen der Schädelmuskulatur. Injection langsam aber stetig abnehmend, insbesondere ein in der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbares arterielles Gefäss sehr an Kaliber abnehmend, nahezu unsichtbar werdend. Auch die venösen Gefässe an Lumen

abnehmend. Im Momente der Oeffnung des Stromes Bewegung des Thieres; rasche Zunahme der Injection.

2. Absteigender Strom. Abermals Verringerung der Injection. Abnahme derselben allmähig sehr deutlich.
3. Aufsteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres beim Schliessen. Sofortige sehr intensive Zunahme der Injection. Letztere allmähig wieder etwas abnehmend, aber nicht ganz nachlassend. Nebenhergehend Schwankungen (Ab- und Zunahmen) der Injection die etwas stärker als die gewöhnlich von den einzelnen Respirationsphasen bedingten zu sein scheinen.

Steigerung des Stromes. Sofortige sehr bedeutende Zunahme der Injection. Zusammenfahren des Thieres. Die Injection nimmt wieder etwas ab, bleibt aber noch immer stärker als vorher. Nach Oeffnung des Stromes verbleibt dieser beträchtliche Injectionszustand durch längere Zeit.

Abtragung der Dura mater im Umfange der Knochenlücke. Gefässe der Pia mater vollkommen intact und mässig injicirt; die arteriellen Gefässe insbesondere eng. Injection bei längerer Beobachtung wenig sich ändernd. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke.

4. Absteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres. Injection ohne erhebliche Veränderung. Gehirn im gleichen Niveau verbleibend. Zuletzt anscheinend (nicht ganz sicher) geringfügige Erweiterung eines arteriellen Zweiges. Oeffnung des Stromes. Leises Zusammenfahren des Thieres. Nach der Oeffnung die Injection sich nicht merklich verändernd.
5. Aufsteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres. Gehirn im bisherigen Niveau verbleibend. Arterie in der Mitte des Gesichtsfeldes mit Verzweigungen nicht sehr erheblich, aber ganz deutlich sich erweiternd, diese Erweiterung anhaltend. Pia mater noch feucht und glänzend. Die Erweiterung der Arterie auch nach der Oeffnung des Stromes einige Zeit anhaltend.
6. Strom quer durch den Kopf. Etwas stärkeres Hervorquellen des Gehirns, keine sehr merkliche Aenderung der Gefässe, doch eher etwas Zunahme der Injection, gegen Schluss des Reizversuches diese Zunahme etwas deutlicher.

## Versuch b. 8.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Operation links, ohne Narkose. Blutung bei Eröffnung der Schädelhöhle erheblich. Dura mater an einer Stelle eingerissen, Gehirnhäute nicht sehr beträchtlich injicirt. Abtrennung der Dura bis zum Rande der Knochenlücke. Injection der Pia mater bei längerer Betrachtung etwas zunehmend. Nach weiterem Zuwarten annähernde Constanz der Gefässweite.

1. Leitung quer durch den Kopf (+ Pol rechts) 10°. Keine merkliche Aenderung der arteriellen Injection, Abnahme der venösen. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke.
2. Quer durch den Kopf. (+ Pol links.) Stärkeres Hervordrängen des Gehirns, lebhaftere Zuckungen der Schädelmuskulatur. Arterielle Injection eher etwas geringer. Allgemeine Zuckungen des Thieres. Vertrocknung der Pia sehr deutlich. Trepanation an der andern Seite. Wegen Blutung weitere Beobachtung an Piagefässen unmöglich.
3. Absteigender Strom. 25°. Keine merkliche Aenderung der Injection.
4. Wendung. Aufsteigender Strom. Zuckungen der Schädelmuskulatur.

## Versuch b. 9.

Grosses, sehr kräftiges Kaninchen. Operation ohne Narkose. Blutung aus den Knochenrändern nicht sehr erheblich, aber hartnäckig. Allmälige erhebliche Zunahme der Injection; Arterien hiebei relativ eng. Nach längerer Beobachtung Constanz der Gefässlumina.

1. Aufsteigender Strom, Heftige Zuckungen der Schädelmuskulatur.
2. Absteigender Strom. Keine deutliche Veränderung wahrnehmbar.
3. Quer durch den Kopf. Arterie etwas deutlicher sichtbar. Eröffnung der Dura; Trepanation auch auf der andern Seite: Trennung der Knochenbrücke zwischen den beiden Trepanationslücken; Sinus longitudinalis wohl erhalten; trotzdem erhebliche Blutung. Injection der Pia ziemlich reichlich.
4. Absteigender Strom. Injection nicht verändert.
5. Aufsteigender Strom. Gehirn etwas stärker hervorragend, arterielle Injection nicht sehr erheblich, aber deutlich stärker.

Zu wiederholten Malen in diesen wie in früheren Versuchen bei Wendung des Stromes, ohne Erhöhung der Stromstärke Eintreten allgemeiner Convulsionen, (soweit solche bei dem gefesselten Thiere möglich) bei Herabsetzung der Stromstärke sofort Sistiren der Convulsionen.

Versuch b. 10.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose. Narkose erst nach längerer Inhalation eintretend. Operation wie gewöhnlich links. Nachdem die Durchsäugung des Knochens eben beendet, wird bemerkt, dass das Thier nicht mehr athmet und vollkommen regungslos daliegt. Ein sofort auf Thorax und Bauch applicirter sehr starker Inductionsstrom bewirkte prompt Wiedereintritt der Athmung, Das Thier athmet weiterhin ruhig und gleichmässig. Eröffnung der Schädelhöhle. Blutung aus den Knochenrändern nicht sehr erheblich, aber ziemlich hartnäckig. Die sichtbaren Arterien eng, auch die übrige Injektion mässig. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke.

Abtragung der etwas getrübt erscheinenden Dura. Im Gesichtsfelde 2 Arterien, deutlich als solche erkenntlich, anscheinend weiter als vorher. Injection im Allgemeinen eine mittlere, Arterienlumen nach längerer Beobachtung constant.

1. Aufsteigender Strom. Erweiterung der Arterien.
2. Absteigender Strom. Arterien eher enger.
3. Absteigender Strom.  $17^{\circ}$ . Im ersten Momente Arterien anscheinend etwas weiter, später eher enger.
4. Aufsteigender Strom. Geringe Erweiterung der Arterien.
5. Aufsteigender Strom ( $\perp$  Pol Nacken auf der blossliegenden herabgezogenen Hinterhaupts-muskulatur ruhend,  $-$  Pol auf dem blossgelegten Gehirne, und zwar am oberen Rande der blossliegenden Partie, entfernt von den arteriellen Gefässen). Entschiedene Erweiterung der Arterien. Diese Erweiterung namentlich an einem sehr feinen langen Aste der einen Arterie sehr deutlich zu verfolgen.
6. Wendung. Absteigender Strom. Electroden wie im vorigen Reizversuche applicirt. Sehr deutliche Verengung der Arterien.
7. Aufsteigender Strom. Electroden wie im vorigen Versuche. Abermals deutliche Erweiterung der Arterien. Gehirn stärker hervortretend.

8. Wendung. Absteigender Strom. Electroden an den gleichen Stellen. Sehr erhebliche Verengung.
9. Abermals Wendung. Aufsteigender Strom. Electroden an den gleichen Stellen. Wieder deutliche Erweiterung der Arterien.

Pia bis zum Schlusse feucht und glänzend. Nur an der Applicationsstelle der Electroden am Gehirne Verfärbung.

#### Versuch b. II.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen ; Operation ohne Narkose. Blutung nicht ganz unbedeutend und ziemlich hartnäckig. Gehirnhäute mässig injicirt. Auf Betupfen der Dura mit in kaltes Wasser getauchtem Schwamme verengern sich die Arterien fast bis zum Unsichtbarwerden. Arterien nach einigen Minuten noch sehr eng. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke.

1. Aufsteigender Strom. Geringe Erweiterung an einer der sichtbaren Arterien zu beobachten.  $2\frac{1}{2}$  Minuten.

Abtrennung der Dura mater, die bereits getrübt erscheint.

Im Gesichtsfelde 3 Arterien deutlich zu unterscheiden, hierunter 2 grössere gablig sich theilende.

Arterien eng, venöse Injection mässig. Arterien noch weiter sich verengend, bei längerer Beobachtung dagegen wieder etwas sich erweiternd und so verharrend.

2. Aufsteigender Strom,  $20^{\circ}$ . Geringe, aber deutliche Erweiterung der Arterien. Nach Oeffnung des Stromes Erweiterung noch zunehmend und so einige Zeit verharrend.
3. Absteigender Strom. Keine sehr merkliche Einwirkung, doch eher Verringerung der Injection.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der vorstehend angeführten 2. Reihe von Versuchen, so finden wir in denselben zunächst wieder eine Bestätigung unserer Annahme, dass man durch Leitung electricer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsvorgänge im Innern ihrer Schädelhöhle zu beeinflussen im Stande ist. Dieses Resultat ergibt sich indess nicht gleichförmig aus allen Reizversuchen. In

einer Anzahl derselben und zwar der bei Weitem grösseren waren Änderungen in der Kaliberweite der Piaarterien wahrzunehmen, in einzelnen Fällen traten diese Änderungen sogar mit ganz besonderer Prägnanz hervor, in einer kleineren Anzahl von Versuchen konnten dagegen Schwankungen in den arteriellen Injectionsverhältnissen nicht constatirt werden. Diese Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Reizversuche vertheilen sich nicht bloss auf verschiedene Thiere; auch bei demselben Thiere war bei gleicher Applicationsweise des Stromes der Erfolg nicht immer der nämliche. Eine Differenz in dem Verhalten narkotisirter und nichtnarkotisirter Thiere ist in dieser Richtung nicht zu constatiren. Nach dem, was wir bereits bei Besprechung der Versuchstechnik und der Ergebnisse der 1. Versuchsreihe dargelegt haben (S. 76 u. 85) kann diese Ungleichförmigkeit der Versuchsergebnisse nicht auffallend erscheinen. Ich glaube jedoch, dass die beobachteten Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Reizversuche nur zum Theil in der Natur der Sache, zum Theil auch in den Verhältnissen der Beobachtung begründet sind. Es ist sehr schwierig, eine geringfügige Änderung in dem Lumen kleiner Gefässe zu beurtheilen, wenn dieselbe sehr langsam, im Verlaufe einer oder mehrerer Minuten sich einstellt, und diese Schwierigkeit wird noch erhöht, wenn, wie das bei meinen Versuchen mitunter der Fall war, die Beleuchtungsverhältnisse nicht sehr günstig sind. Ich muss es daher an sich schon für möglich halten, dass mir mitunter Kaliberveränderungen entgangen sind, welche sich unter günstigeren Beobachtungsverhältnissen vielleicht hätten constatiren lassen, und diese Möglichkeit wird angesichts einer Beobachtung, die ich öfters machte, sogar zur Wahrscheinlichkeit. Es zeigten sich gelegentlich nach der Öffnung des Stromes Änderungen in dem Lumen der Piaarterien, insbesondere Erweiterungen, nachdem bei geschlossenem Strome eine deutliche Kaliberschwankung nicht

zu constatiren gewesen war. Es ist hier meines Erachtens am wahrscheinlichsten, dass mit der Öffnung des Stromes ein Moment beseitigt wurde, welches Verengerung der Gefässe bewirkte oder wenigstens einen gefässerweiternden Einfluss in seiner Wirksamkeit hemmte. Man könnte allerdings auch annehmen, dass hier die vasomotorischen Apparate auf den Reiz der Stromöffnung reagirt hätten, nicht aber auf den der Schliessung des Stromes und der Stromdauer. Diese Annahme, wenn auch physiologisch möglich, scheint mir jedoch etwas zu weit hergeholt.

Neben der Thatsache, dass electriche Durchströmung des Kopfes überhaupt von Einfluss auf die arterielle Injection der Pia ist, erscheint mir zunächst der Umstand besonderer Betonung würdig, dass die beobachteten Kaliberveränderungen nicht bloss im Momente der Schliessung oder Wendung des Stromes eintraten, sondern meist während der Dauer der Durchströmung anhielten, oft sogar während dieser erst mehr hervortraten und die Öffnung des Stromes überdauerten. Ich muss hiebei wiederholt erwähnen, dass ich, um die Verhältnisse der therapeutischen Applicationen in den Versuchen möglichst herzustellen, von jähen Stromwendungen und der Anwendung erheblicher Stromstärken meist Umgang genommen habe. In einzelnen Versuchen folgte auf die unmittelbar nach dem Schliessen, respective der Wendung des Stromes eintretende Kaliberveränderung ein Umschlag in die gegen-theilige; es trat z. B. sofort nach der Schliessung des Stromes eine Verengerung der Gefässe ein, welche jedoch nur einige Secunden anhielt, um von einer während der ganzen Stromdauer anhaltenden Erweiterung abgelöst zu werden. Aehnliches wurde von Schüller<sup>207</sup> in einigen seiner Versuche mit peripherer Wasserapplication beobachtet. Diese einander entgegengesetzten Wirkungen dürften auch von verschiedenen Factoren abhängen, die erste vielleicht von Beeinflussung (Hemmung) der Herzaction durch Erregung des Vaguscent-

rums, die zweite dagegen erst von einer Einwirkung auf vasomotorische Apparate.

Wenn wir nun zu den Details der Versuchsergebnisse übergehend zunächst die Wirkungen in aufsteigender Richtung durch den Kopf geleiteter constanter Ströme in Betracht ziehen, so finden wir, dass in den angeführten 25 Reizversuchen\*) worunter 19 mit percutaner Application des Stromes und 6 mit directer Application an das Gehirn sich befinden, 22 Male Zunahme der arteriellen Injection, 2 Male Gleichbleiben dieser und 1 Mal nach vorübergehender Contraction Erweiterung der Arterien zu beobachten war. In den beiden Fällen in welchen keine Zunahme der Injection zu constatiren war, war diese bereits bei Beginn des Versuches beträchtlich und ist wohl auf diesen Umstand der Mangel einer sichtbaren Reaction zurückzuführen. Bezüglich der in dem einem Reizversuche der dauernden Erweiterung vorhergehenden Veränderung verweise ich auf das oben Gesagte. In einer Anzahl von Versuchen findet sich neben der Zunahme der Injection mehr minder starke Erhebung des Gehirns notirt.

Wenn die Injectionsverhältnisse der blossgelegten Hirnpartie uns einen Schluss auf die Circulationsverhältnisse in den übrigen Gehirnthteilen gestatten — und es besteht kein Grund diess in Abrede zu stellen, man ist sogar berechtigt anzunehmen, dass die Schwankungen in der Blutfülle der übrigen, unserem Blicke entzogenen Hirntheile unter gleichen Verhältnissen ergiebiger sich gestalten als die der blossliegen-

---

\*) Von einer Verwerthung des Versuchs b 2 habe ich hiebei abgesehen. Ich habe diesen Versuch hauptsächlich deshalb angeführt, weil derselbe das differente Verhalten der Gehirnhäute trefflich illustriert. Während in vielen Fällen die Dura sich in wenigen Minuten unter den Augen des Beobachters derart trübt, dass eine genaue Wahrnehmung der Piagefässe nicht mehr möglich ist, war hier am darauffolgenden Tage noch keine nennenswerthe Trübung vorhanden. Trotzdem reagirten hier die Gefässe der Pia sehr wenig; es war jedenfalls der Anfang einer entzündlichen Veränderung vorhanden.



den Partie — so wird man den angeführten Ergebnissen gegenüber es als erwiesen betrachten müssen:

Dass in aufsteigender Richtung durch den Kopf von Thieren geleitete constante Ströme die arteriellen Gehirngefässe erweitern und hiermit die Circulationsvorgänge im Gehirne beschleunigen.

Viel weniger gleichförmig sind die Ergebnisse der Versuche mit in absteigender Richtung durch den Kopf geleiteten Strömen. Hier finden wir unter den angeführten 22 Reizversuchen,\*) worunter 17 mit percutaner Application und 5 mit directer Application an das Gehirn sich befinden, 11 Mal Verringerung der Injection, 10 Mal keine merkliche Veränderung und 1 Mal geringfügige Zunahme dieser. Dieser Sachlage gegenüber ist es nöthig, dass wir die Ergebnisse der einzelnen Reizversuche genauer in's Auge fassen und gegeneinander abwägen. Wir finden nun unter den 11 Reizversuchen mit Abnahme der Injection mehrere (s. insbes. Versuch b 7 und b 10), in welchen die Verengerung der Gefässe mit solcher Deutlichkeit und Regelmässigkeit — und dabei unabhängig von irgend welchen anderen erweislichen Einflüssen als der Durchleitung des Stromes — eintrat, dass man wohl nicht umhin kann, auch dem absteigenden Strome einen bestimmten Einfluss auf die Weite der Piaarterien einzuräumen. Es fragt sich nun, wie sich diesen positiven Resultaten gegenüber die grosse Anzahl negativer und das in einem Falle beobachtete scheinbar entgegengesetzte Ergebniss (geringfügige Zunahme der Injection) erklären lässt. In erster Linie ist hier der Einfluss der Bewegungen der Thiere in Betracht zu ziehen. Das Verhalten der Thiere ist, wie in den Protokollen schon angedeutet, ein sehr verschiedenes. Auch nicht narkotisirte Thiere verbleiben oft während

---

\*) Auch hiebei ist von Verwerthung des Versuchs b 2. abgesehen.

der Durchleitung des Stromes vollkommen ruhig, ja mitunter so regungslos, dass es mir den Eindruck machte, als ob dieselben schliefen. In anderen Fällen, bei gleicher Stromstärke, hat man es mit Abwehrbewegungen, Versuchen, loszukommen, oder mit Schwindelbewegungen, hie und da auch mit Convulsionen zu thun. Gleichgiltig welcher Art die Bewegungen sind, dieselben bewirken immer, wie schon früher erwähnt wurde, eine Zunahme der Blutfülle des Gehirns. Diese Zunahme bewerkstelligt sich durch collaterale Hyperämie oder durch Stauung (Folge von Compression der Halsgefäße oder heftiger Expirationen) oder durch beide Momente zugleich. Bei sehr forcirten Bewegungen ausgedehnter Muskelgruppen ist nach meinen Beobachtungen an den Pia-gefäßen der Einfluss der Stauung derart überwiegend, dass die Zunahme der Blutfülle fast nur venöser Natur zu sein scheint. Bei minder energischen und rasch vorübergehenden Bewegungen schiebt sich dagegen die collaterale Hyperämie in den Vordergrund. Es geht diess ganz deutlich aus einzelnen unserer Versuche mit Durchleitung aufsteigender Ströme hervor. Das Zusammenfahren des Thieres beim Schliessen des Stromes bewirkte hier eine sofortige sehr intensive Zunahme der arteriellen Injection, welche Zunahme jedoch alsbald bis zu einer gewissen Grenze wieder rückgängig wurde, worauf nur mehr der Effect der Stromdurchleitung verblieb. Während also bei aufsteigenden Strömen der Einfluss der Bewegungen auf das Lumen der Piagefäße sich im Sinne der Stromwirkung geltend macht, arbeitet derselbe bei absteigenden Strömen der Stromwirkung entgegen und es ist sehr naheliegend, dass dieser Einfluss unter Umständen die Stromwirkung sogar zu übercompensiren, also Zunahme der Injection hervorzurufen vermag. Aus den Versuchsprotokollen ist nun schon ersichtlich, dass in einzelnen Versuchen mit negativen Ergebnissen (s. Versuch b. 6 Nr. 3, b. 6 Nr. 5 und b. 7 Nr. 4) Bewegungseinflüsse im Spiele waren. Es

wurde jedoch das bezügliche Verhalten der Thiere nicht in allen Versuchen notirt, daher mögen noch in einer weiteren Anzahl von Versuchen auf die Einwirkung von Bewegungen der Thiere die negativen Ergebnisse zurückzuführen sein. Auch die Zunahme der Injection in Versuch b. 4 Nr. 4 scheint durch dieses Moment bedingt. Das betreffende Thier drehte sich gegen Schluss des Reizversuches nach der Seite (Seitenzwangslage, in diesem Falle wegen Fixation des Kopfes und der Hinterbeine auf Rumpf und Vorderbeine beschränkt) welcher Bewegung wahrscheinlich Contractionen grösserer Muskelgruppen schon vorhergingen.

Als weitere, die Wirkung absteigender Ströme auf die Piagefässe hemmende Momente kommen in Betracht: beginnende entzündliche Veränderung und beginnende Vertrocknung der Pia. Beide Momente erschweren die Herbeiführung von Lumensänderungen an den Piagefässen überhaupt, die von Verengerungen aber noch in höherem Masse als die von Erweiterungen. Ich habe bei beginnendem Mattwerden der Pia noch Erweiterung der Gefässe unter dem Einflusse des Amylnitrits sowohl als aufsteigender Ströme beobachtet, aber keine Verengung mehr bei Durchleitung absteigender Ströme. Dass entzündliche Veränderungen an den Gehirnhäuten schon kurze Zeit nach der Eröffnung der Schädelhöhle einsetzen können, wurde schon an einer früheren Stelle erwähnt. Aus Versuch b 2 ersieht man, dass das Bestehen solcher Veränderungen der Herbeiführung von Gefässverengerungen hinderlicher ist als die von Gefässerweiterungen.

Die erwähnten Umstände dürften allein schon genügen, die Ungleichförmigkeit der Versuchsergebnisse bei Anwendung absteigender Ströme verständlich zu machen. Es mögen hiebei jedoch auch noch andere, uns vorläufig unbekanntere Einflüsse mitspielen. Wie dem aber auch sein mag, nach dem Erörterten kann die Beweiskraft der positiven Versuchsergebnisse durch die negativen nicht aufgehoben werden.

Ich halte daher den Schluss für gerechtfertigt,  
 dass wir im Stande sind, durch in absteigender Richtung durch den Kopf von Thieren geleitete constante Ströme die Weite der arteriellen Gehirngefäße zu verringern und hiemit die Circulationsvorgänge im Gehirne herabzusetzen.

In den oben angeführten Versuchen wurden des öfteren auch in querer Richtung constante Ströme durch den Kopf der Thiere geleitet. Es wurden hiebei ebenfalls Änderungen in dem Verhalten der arteriellen Injection der blossliegenden Hirnpartie (diese gehörte durchgehends der linken Hirnhälfte an) beobachtet, und zwar Abnahme sowohl als Zunahme der Injection; in einem Falle liess sich keine Aenderung der letzteren constatiren. In der Mehrzahl dieser Versuche wurde die Stellung der beiden Pole nicht notirt. In 2 Fällen ist der + Pol als links — an der Operationsseite — applicirt verzeichnet; in dem einen dieser Fälle wurde Zunahme der Injection, in dem anderen stärkeres Hervordrängen des Gehirns, dagegen keine Zunahme, sondern eher Abnahme der arteriellen Injection der blossliegenden Gehirnpartie (? Folge von Compression der Gefässstämmchen gegen den Knochenrand durch das emporquellende Gehirn) beobachtet. In dem einen Falle, in welchem der + Pol als rechts befindlich notirt ist, wurde keine merkliche Abnahme der arteriellen, wohl aber der venösen Injection und tiefer Niveaustand des Gehirns wahrgenommen. Hiernach war wohl die Vermuthung gerechtfertigt, dass die Stellung der beiden Pole (+ Pole links oder rechts) Differenzen in den Circulationsverhältnissen der beiden Hirnhälften bedingen könne; bestimmte Aufschlüsse in dieser Richtung konnten jedoch erst durch weitere Versuche gewonnen werden, deren ich hier zwei folgen lasse.

## Versuch b. 12.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen. Eröffnung der Schädelhöhle wie gewöhnlich links, ohne Narkose. Dura mater belassen. Sehr geringfügige Blutung. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke. Gefäße der Pia durch die Dura mater hindurch anfänglich sehr deutlich sichtbar, stark contractirt; auch nach längerer Beobachtung in ihrer Enge verharrend. Einathmung von Amylnitrit (6 Tropfen ungefähr). Hierauf Erweiterung der Arterien sichtbar. Dura jedoch mittlerweile schon erheblich getrübt, Gefäße der Pia daher undeutlich. Abtragung der Dura. Arterien und Venen der Pia erheblich injicirt. Ohrarterien beiderseits sehr erweitert. Abermalige Einathmung von Amylnitrit (5—6 Tropfen). Hierauf sehr bedeutende Zunahme der arteriellen Injection, Hervorquellen des Gehirns, die Arterien als dicke Stränge sich über die Pia erhebend und mit dunklem, bräunlichrothem Blute gefüllt, daher in ihrer Färbung sich viel weniger als sonst von den Venen unterscheidend; die ganze blossliegende Hirnoberfläche röthlich.

1. Quer durch den Kopf. + Pol rechts (10°). Sofortige Verengerung der Arterien, diese etwas nachlassend, Gefäße aber immer enger verbleibend als vorher.
2. Quer durch den Kopf. + Pol links; keine sehr merkliche Aenderung der Injection.
3. Quer durch den Kopf. + Pol rechts. Abermals Verengerung der Arterien. Gehirnoberfläche im Ganzen blasser werdend. Die Verengerung langsam noch zunehmend.
4. Quer durch den Kopf. + Pol links. Etwas stärkeres Hervordrängen des Gehirns. Lumen der Arterien unerheblich weiter.
5. Quer durch den Kopf. + Pol rechts. Abermals Blasswerden der Gehirnoberfläche; diese Erscheinung wieder etwas zurückgehend.

Piaarterien nach der Oeffnung des Stromes keine Veränderung zeigend. Ohrarterien noch immer sehr weit.

## Versuch b. 13.

Grosses, kräftiges Kaninchen. Operation links wie gewöhnlich, ohne Narkose. Blutung mässig. Dura mater belassen.

Injection der Pia mater im Allgemeinen mittelmässig, Arterien in der Mitte des Gesichtsfeldes ziemlich eng, nach längerer Beobachtung ein wenig weiter, hierauf durch längere Zeit constantes Lumen.

1. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 20° Galvanometerausschlag. Geringe, aber ganz deutliche Erweiterung der Arterien.
2. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: 25° Galvanometerausschlag. Deutliche Verengerung der Arterien, stetig zunehmend, die feineren Verzweigungen ganz verschwindend. Verengerung bis zum Schlusse des Reizversuches anhaltend. 2 Minuten.
3. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 30° Arterien wieder sich erweiternd; die feineren Verzweigungen erreichen jedoch nicht die frühere Deutlichkeit. Erst nach der Oeffnung des Stromes erlangte die Arterie allmählig wieder ihr früheres Lumen.
4. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 25° Arterien deutlich weiter.
5. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: 25° Arterien enger, die feineren Verzweigungen ganz verschwindend.

Hierauf Abtragung der Dura mater, die schon etwas getrübt erscheint; geringfügige Blutung. Ausser der Arterie in Mitte des Gesichtsfeldes eine zweite sehr schmale am untersten Rande der blossliegenden Hirnpartie. Injection im Ganzen mittelmässig. Arterienlumen nach längerer Beobachtung constant.

6. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 30°; Arterien weiter. Gehirn im Niveau der Knochenlücke. Erweiterung der Arterien ganz deutlich.
7. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: Deutliche Verengerung der Arterien.
8. + Pol am Halse hinter dem aufsteigenden Aste des Unterkiefers, — Pol Stirn (Anordnung nach Letourneau). 30°. Stärkeres Hervordrängen des Gehirns, deutliche Erweiterung der Arterien, diese Erweiterung anhaltend.
9. Wendung (+ Pol Stirn — Pol Hals). Keine deutliche Verengerung der Gefässe. Arterien anhaltend weit. Ohrgefässe weit hiebei.

10. Wendung (+ Pol Hals — Pol Stirn) 30° Arterien wieder deutlich weiter, Zunahme namentlich an den kleineren Aesten sehr deutlich wahrzunehmen; hiebei Ohrgefäße sehr eng, fast verschwindend.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind nach mehreren Richtungen bedeutsam.


1. Erhellet aus denselben, dass eine entschiedene Differenz in der Wirkung beider Pole bei Querleitung des Stromes durch den Kopf vorhanden ist. Die Anode bewirkt auf der Seite ihrer Application Erweiterung, die Kathode Verengerung der Arterien. Diese differenten Wirkungen sind nicht vorübergehender Natur; sie machen sich während der ganzen Dauer der Reizung geltend. In einem Falle (b. 13, Nr. 2) war die verengernde Wirkung der Kathode eine derart nachhaltige, dass die darauf folgende Einwirkung der Anode sie nicht völlig aufzuheben vermochte.\*)
2. Ersehen wir, dass ein vom Halse aufsteigend durch das Gehirn geleiteter Strom eine Erweiterung der Arterien herbeiführt, eine Wirkung die so nachhaltig ist, dass selbst eine Wendung des Stromes dieselbe nicht zu beseitigen vermag. Die gegentheilige Beobachtung Letourneau's verliert hiemit jegliche Beweiskraft.
3. Erhellet, dass der Füllungszustand der Ohr- und Gehirnarterien keineswegs immer parallel sich verhält, und dass daher Schlüsse aus dem Füllungszustande der äusseren Kopfarterien auf die Weite der Gehirnarterien nicht gerechtfertigt sind.

Was endlich die Wirkungen am Kopfe applicirter Inductionsströme anbelangt, so findet sich in 2 von den 3 oben angeführten Reizversuchen Zunahme der Injection, in

---

\*) Wenn in Versuch b. 12, Nr. 2 keine Aenderung der Injection eintrat, so bedarf diess der Einwirkung des Amylnitrits gegenüber, die hier sehr ausgesprochen vorhanden war, kaum einer besonderen Erklärung.

dem 3. Falle starkes Hervordrängen des Gehirns neben Abnahme der Injection verzeichnet (letztere sehr wahrscheinlich durch Compression der zuführenden Arterien bedingt). In einer Anzahl weiterer Versuche, die ich zum Theil schon früher mitgetheilt habe, wurde ebenfalls Zunahme der Injection beobachtet. Diese Wirkungen traten zum Theil schon bei Anwendung schwacher Ströme ein. Es kann daher nicht bezweifelt werden, dass Inductionsströme die Blutfülle des Gehirns zu vermehren im Stande sind. Dass sich indess die Wirkungen der Inductionsströme hierauf nicht beschränken, hiefür besitze ich vorläufig wenigstens einen experimentellen Beleg. Ich habe in einem Versuche, von dessen detaillirter Mittheilung ich hier aus räumlichen Gründen absehe, bei Application des positiven Poles an die Stirne und des negativen an den Nacken des Thieres — also absteigender Richtung des Oeffnungsstromes — und Anwendung schwacher Ströme (Rollenschiebung von 0—1 Cm.) geringfügige Erweiterung der einen beobachtbaren Arterie, bei Umkehr der Stromrichtung — aufsteigendem Oeffnungsstrom — Verengerung dieser Arterie und Undeutlichwerden ihrer Verzweigungen beobachtet. Die Dura mater war in dem betreffenden Versuche nicht entfernt worden. Weitergehende Schlüsse lassen sich natürlich aus dieser vereinzeltten Beobachtung nicht ziehen. Der Gegenstand bedarf noch eingehenderen Studiums.





## V. ABSCHNITT.

### I. Deutung der Versuchsergebnisse.

Wir haben nunmehr zuzusehen, wie weit die vorstehend angeführten Versuchsergebnisse gegenwärtig einer Erklärung zugänglich sich erweisen. In erster Linie könnte man daran denken, die an den Piagefäßen beobachteten Kaliberveränderungen auf reflectorische Einflüsse zurückzuführen. Es finden sich ja noch heutzutage Stimmen, welche alle die bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen als Reflexwirkungen erklären; ausserdem haben eine Anzahl von Forschern sich mit dem Einflusse der Reizung sensibler Nerven auf die Weite der Piaarterien beschäftigt und zum Theil durch ihre Versuche die Möglichkeit einer reflectorischen Beeinflussung dieser Gefäße nachgewiesen. Nothnagel<sup>208</sup> beobachtete bei nicht narkotisirten Kaninchen bei Reizung der Schenkelhaut entsprechend dem Verlauf des N. cruralis oder anderer Hautstellen, z. B. der Gesichtshaut, mittelst eines Inductionstromes Verengerung der Piaarterien. Riegel und Jolly<sup>209</sup> sahen bei nicht narkotisirten Thieren ebenfalls sehr häufig, aber keineswegs regelmässig die Verengerung der Piaarterien nach Reizung sensibler Nerven eintreten, jedoch nur bei Anwendung sehr bedeutender Stromstärken. Bei narkotisirten Thieren erhielten sie dagegen ein vollständig negatives Resultat. Die von Nothnagel und ihnen beobachtete Verengerung der Piaarterien bei nicht narkotisirten Thieren glaubten sie auf mechanische Einwirkungen (Anpressen des Gehirns gegen den Rand der Trepanlücke u. s. w.) zurückführen zu können. Krauspe,<sup>210</sup> welcher unter Nothnagel's Leitung dieses Thema abermals aufnahm, wandte bei seinen Versuchsthieren, um den störenden Einfluss willkürlicher Bewegungen auszu-

schliessen, Curare und künstliche Respiration an, und erhielt trotzdem in dem bei weitem grössten Theile seiner Versuche negative Resultate, was er durch die Annahme erklärt, dass der traumatische Reiz der Trepanation und der Zutritt der äussern Luft eine reflectorische oder durch entzündliche Reizung der Pia bewirkte Paralyse der Gefässe bedinge, in Folge deren eine reflectorische Verengerung unmöglich wird. In zweien seiner Versuche konnte er jedoch eine reflectorische Verengerung der Piaarterien constatiren, und er bezieht dieses Ergebniss wesentlich darauf, dass die betreffenden Thiere torpide Winterthiere (Kaninchen) waren, bei welchen der Entzündungsreiz langsam und minder intensiv wirkte, und daher die Piagefässe der reflectorischen Beeinflussung zugänglich blieben. Rumpf<sup>211</sup> berichtet, dass er durch Application starker faradischer Ströme auf die Haut einer Körperseite an der gegenüberliegenden Grosshirnhemisphäre Hyperämie hervorrief; bei Application der Electroden an die andere Körperseite wich diese Hyperämie, um einer Blässe Platz zu machen, während an der anderen Hemisphäre Röthung hervortrat. In meinen eigenen Versuchen konnte ich nur ein einziges Mal (bei einem jungen Kätzchen) geringfügige Verengerung der Gefässe der Pia beobachten, in den meisten Fällen ergab sich bei Reizung peripherer Theile (auf der Trepanationsseite sowohl, als der gegenüberliegenden) beträchtliche Zunahme der Injection der Pia, während zu gleicher Zeit das Gehirn bedeutend emporstieg. In einigen Fällen war diese Hebung des Gehirns nicht von einer Zunahme der Injection begleitet, was wohl zum Theil auf Compression der Arterie, zum Theil auf bereits eingetretene Vertrocknung der Pia zurückzuführen ist. Die Zunahme der Injection war in mehreren Fällen sicher zum Theil auch arterieller Natur. Dass diese Zunahme der Injection nicht allein auf die durch den heftigen Reiz bedingten Schmerzäusserungen und Abwehrbewegungen zu beziehen sind, geht

daraus hervor, dass bei einem chloroformirten Thiere, bei welchem die Narkose allerdings schon wieder erheblich abgenommen hatte, die Zunahme der Injection und das Hervorquellen des Gehirns schon begann, bevor das Thier irgend welche Unruhe äusserte. Wie wir sehen, ergaben sich bei der Mehrzahl der Experimentatoren negative Resultate oder Verengerungen der Gefässe. Nur in Rumpfs und meinen Versuchen wurde auch Zunahme der Injection beobachtet. In Rumpfs und meinen Versuchen wurden sehr intensive Ströme, von mir bis zu 6 Cm. Rollenverschiebung, angewandt, die hiebei beobachteten Resultate kommen daher für unsere Frage nicht in Betracht; allein auch Riegel und Jolly sahen die Verengerung der Arterien nur bei sehr intensiven Strömen auftreten, wo sie dieselbe überhaupt beobachten konnten; und Nothnagel scheint ebenfalls sehr intensive Ströme angewandt zu haben, da er davon spricht, dass die Thiere schriehen, was ja bei Kaninchen nur bei sehr intensivem Schmerz der Fall ist. Ziehen wir alle diese Umstände in Betracht, so müssen wir gestehen, dass vorerst noch nicht nachgewiesen ist, dass mässige electriche Reizung der sensiblen Kopf- beziehungsweise Halsnerven, wie sie bei der Galvanisation des Kopfes in unseren Versuchen statt hatte, die Weite der Piaarterien in merklicher (makroskopisch und mit der Lupe beobachtbarer) Weise beeinflusst. Wir müssen daher darauf verzichten, die in unseren Versuchen beobachteten Kaliberänderungen als Ausdruck reflectorischer Reizungen zu betrachten. In zweiter Linie könnte man an Beeinflussung des Halssympathicus denken, der ja bei Application einer Electrode am Nacken sowohl als bei Querleitung Stromschleifen leicht zugänglich ist. Auch diese Annahme lässt sich nicht aufrecht halten. Es ist durch Georg Fischer's\*)

\*) S. Experimentelle Studien zur therapeutischen Galvanisation des Sympathicus. Habilitationsschrift von G. Fischer, 1875 und Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1877. 20. Band, 3. und 4. Heft S. 190.

Versuche an Thieren nachgewiesen, dass es wohl möglich ist, durch am Halse angewandte electriche Ströme (sogenannte Sympathicus-Galvanisation) die Blutvertheilung in der Schädelhöhle zu beeinflussen, dass aber hiebei der N. sympathicus am wenigsten betheiligt ist, und dass directe galvanische Reizung des N. sympathicus selbst mit hoher Stromstärke keinen nachweisbaren Einfluss auf die Circulationsvorgänge in der Schädelhöhle ausübt. Fischer benützte als Versuchsthier Katzen, bei welchen unzweifelhaft ein Theil der vasomotorischen Nerven für die Gehirngefäße im Halssympathicus verläuft. Wenn nun die im Halssympathicus dahinziehenden vasomotorischen Nerven der Gehirngefäße eine solche Renitenz galvanischen Einflüssen gegenüber zeigen, so wird auch die Annahme, dass directe Reizung (oder sonstige Beeinflussung) der vasomotorischen Nerven der Piagefäße durch in das Schädelinnere eindringende Stromschleifen die Kaliberveränderungen der Piagefäße bedinge — namentlich in Anbetracht der geringeren Intensität der angewandten Ströme — zu einer sehr gewagten. Allerdings scheint der Verlauf der vasomotorischen Bahnen für die Piagefäße bei Kaninchen erhebliche individuelle Verschiedenheiten darzubieten und unter Umständen deren Vertretung im Halssympathicus eine recht spärliche zu sein. Nach den Beobachtungen Nothnagel's<sup>212</sup> verläuft ein Theil dieser vasomotorischen Fasern in den Wurzeln zum Ganglion cervicale supremum, ein anderer Theil in den Gehirnnerven oder direct von der medulla oblongata, dem Pons und den pedunculi cerebri zur Pia. Die Ergebnisse der von Schulz<sup>213</sup> und Riegel und Jolly<sup>214</sup> angestellten Versuche sprechen dafür, dass der letztere Antheil dieser Fasern jedenfalls bei einer grossen Anzahl von Kaninchen ein sehr bedeutender ist. Es wäre nun möglich, dass dieser Theil der Gefässnerven der Pia sich für den galvanischen Reiz zugänglicher erwiese als der im Halssympathicus verlaufende, und dass

Beeinflussung desselben durch Stromschleifen die Lumensänderungen der Piagefäße herbeiführte. Es wäre ferner möglich, dass Einwirkung von Stromschleifen auf die in den Wandungen der Gefäße vorhandenen — resp. angenommenen — Ganglien oder direct auf die Muscularis der Gefäße an dem Zustandekommen der fraglichen Erscheinungen betheiligt ist. Allein diese Möglichkeiten schweben vorerst noch völlig in der Luft, so dass wir nicht umhin können, noch eine andere Erklärungsweise in Betracht zu ziehen.

Es erübrigt noch an eine Beeinflussung des Halsmarkes und der medulla oblongata, respective der in diesen Theilen befindlichen vasomotorischen Apparate zu denken. Dass in der medulla oblongata ein vasomotorisches Centrum existirt, von welchem ein sehr mächtiger Einfluss auf die Blutvertheilung im Körper ausgeübt wird, ist, wie erwähnt, durch Owsjannikow und Dittmar nachgewiesen. Man war früher geneigt, das im verlängerten Mark vorhandene vasomotorische Centrum als das Centrum *κατ' ἐξοχήν* für die Gefässnerven zu betrachten. Gegenwärtig ist festgestellt, dass das betreffende Centrum nicht das einzige seiner Art ist, dass vielmehr durch das ganze Rückenmark hindurch vasomotorische Apparate und höchstwahrscheinlich auch an der Peripherie an den Gefässen selbst solcher Mechanismen sich finden. Dass speziell in den oberen Rückenmarksabschnitten vasomotorische Centren und Bahnen reichlich vertreten sind, geht aus verschiedenen experimentellen That-sachen hervor. Ludwig und Thiry<sup>215</sup> fanden, dass bei electricischer Reizung der Schnittfläche des in der Atlasgegend vom Gehirne abgetrennten Rückenmarkes Contraction aller Äste der Aorta eintraten. Nach Stricker<sup>216</sup> finden sich beim Hunde die wichtigsten spinalen pressorischen (tonischen) Gefässnervencentren in den unteren Abschnitten des Hals- und den oberen des Brustmarkes. Auch nach Grünhagen's<sup>217</sup> Beobachtungen scheinen die spinalen vasoconstrictorischen

Apparate vorzugsweise dem Hals- und obersten Brustmarke anzugehören. Es lässt sich wohl nicht bezweifeln, dass bei Application einer Electrode an den Nacken diese im Halsmarke und in der medulla oblongata gelegenen vasomotorischen Apparate vom Strome erreicht werden; und somit legt sich der Gedanke nahe, in erster Linie der Beeinflussung dieser Apparate die bei Längsleitung des Stromes durch den Kopf beobachtbaren Aenderungen in der Weite der arteriellen Gefässe zuzuschreiben.

Man könnte nun von dieser Annahme ausgehend daran denken, die gefässerweiternde Wirkung aufsteigender Ströme davon abzuleiten, dass beim aufsteigenden Strome die tonischen Gefässnervencentren im Hals- und verlängerten Marke unter der Einwirkung der Anode stehen und demzufolge — wie der periphere Nerv unter dem Einflusse der Anode — in einem Zustande verringerter Erregbarkeit sich befinden. Die gefässverengernde Wirkung absteigender Ströme könnte man analog von einem durch Einwirkung der Kathode herbeigeführten Zustande gesteigerter Erregbarkeit (oder einer Erregung der genannten Centren) abhängig machen. Es wäre dies keine ganz neue Hypothese. Glaubte doch Arndt<sup>218</sup> z. B., indem er eine Electrode an den Rücken und die andere peripher applicirte, nach Belieben das Rückenmark in einen Zustand herabgesetzter oder erhöhter Erregbarkeit — Anelectrotonus oder Katelectrotonus — versetzen zu können, je nachdem er die Anode oder die Kathode am Rücken aufsetzte. Leider erheben sich gegen diese und ähnliche wohlgemeinte Hypothesen einige Bedenken: Es ist nicht nur unerwiesen, dass die durch die beiden Pole in den Nervencentren hervorgerufenen Erregbarkeitsveränderungen den im peripheren Nerven hiedurch producirt gleich, beziehungsweise analog sind; es liegen sogar Beobachtungen vor, welche diese Annahme direct widerlegen. Hitzig fand, dass die Reizwirkung der Anode an der Grosshirnrinde die der Ka-

thode überwiegt, dass also die Grosshirnrinde der Einwirkung beider Pole gegenüber sich anders verhält wie der periphere Nerv. Was für die Grosshirnrinde gilt, mag auch für andere Nervencentren gelten. Es muss daher vorläufig dahin gestellt bleiben, in welcher Weise die Beeinflussung der vasomotorischen Apparate im Halsmarke und in der medulla oblongata die beobachteten Circulationsänderungen herbeiführt.

All' die Erklärungsmöglichkeiten, welche den Wirkungen längsgeleiteter Ströme gegenüber vorhanden sind, präsentiren sich wiederum bei Betrachtung der Wirkungen quergeleiteter Ströme. Auch bei querer Durchleitung des Stromes ist eine Einwirkung wenigstens auf die vasomotorischen Apparate in der medulla oblongata durch Stromschleifen möglich, ist es ferner möglich, — wenn auch vorerst nicht wahrscheinlich — dass die Einwirkung von Stromschleifen auf die vasomotorischen Nerven der Piagefässe, die in den Wandungen dieser vorhandenen Ganglien, endlich direct auf die Muskelfasern der Gefässe die beobachteten Circulationsänderungen herbeiführt oder an der Herbeiführung derselben theilhaftig ist. Ich begnüge mich diese Möglichkeiten anzuführen; denselben weiter nachzugehen, dürfte sich als ein unfruchtbares Bemühen erweisen, so lange wir über das Verhalten der Gefässnerven und Gefässnervencentren dem galvanischen Reize gegenüber so wenig unterrichtet sind als gegenwärtig.

Was endlich die Wirkungen durch den Kopf geleiteter inducirter Ströme anbelangt, so scheinen mir meine bezüglichen experimentellen Erfahrungen noch nicht weit genug gediehen, um jetzt schon eine zutreffende Deutung zu gestatten. Hier sind zunächst weitere Studien von Nöthen.

## 2. Practische Folgerungen aus den Versuchsergebnissen.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse ich im Vorstehenden mir anzuführen erlaubte, soweit dieselben für das vorliegende Thema in Betracht kommen, sind einem Bedürfnisse entsprungen, dass sich mir in der electrotherapeutischen Praxis oft in peinlicher Weise fühlbar gemacht hatte. Es ist daher naheliegend, dass ich zunächst den Gewinn in's Auge fasse, welchen die Electrotherapie aus denselben zu ziehen in der Lage ist. Die Meinungen über den Werth der directen centralen Behandlung von Gehirnleiden sind bisher getheilt gewesen; sie werden in Zukunft wahrscheinlich ebenfalls schwanken. An dem Werthe einmal eruirter Thatsachen kann hiedurch nichts geändert werden. Eine solche Thatsache ist es, dass man vermittelst Durchleitung electricer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsvorgänge innerhalb der Schädelhöhle in bestimmter Weise zu beeinflussen im Stande ist. Die Verhältnisse, unter welchen wir beim Menschen den electricen Strom am Kopfe appliciren, sind zwar nicht dieselben wie beim Versuchsthiere, und man kann eine völlige Uebereinstimmung der in beiden Fällen eintretenden Erscheinungen nicht erwarten. Allein in den wesentlichen Beziehungen müssen immerhin die Wirkungen durch den Kopf geleiteter electricer Ströme beim Menschen und Thiere übereinstimmen. Man kann es daher jetzt nicht mehr bezweifeln, dass wir beim Menschen durch die Galvanisation des Kopfes die Blutfülle im Gehirn zu verringern und zu vermehren und hiemit auf Circulations- (Ernährungs-)störungen beruhende Gehirnleiden zu beeinflussen vermögen. Man kann es ferner nicht bezweifeln, dass die angewandte Stromrichtung kein gleichgültiger Factor, dass je nach der Art der vorhandenen Störung die eine oder andere Stromrichtung vorzuziehen ist. Hat man bisher der directen galvanischen Behandlung des Gehirns — und nicht ganz mit



Unrecht — den Vorwurf gemacht, dass sie jeder zu Grunde liegenden klaren Anschauung entbehre, dass sie mehr gebräuchlich als verständlich sei, so wird die Berücksichtigung der vorliegenden experimentellen Ergebnisse ähnliche Vorwürfe künftig nicht mehr zulassen. Das Dunkel, das bisher die Remak'schen katalytischen Wirkungen des Stromes auf die Centralorgane umhüllte, dürfte nunmehr wenigstens an einem Punkte gelichtet sein, und ich hege die Ueberzeugung, dass es weiteren Untersuchungen gelingen wird, den Einfluss des electricischen Stromes auf die Ernährungsvorgänge im Gehirn in noch viel weitergehender Weise klarzulegen.

Man kann es als ein Glück für die leidende Menschheit bezeichnen, dass sich die grosse Mehrzahl der Electrotherapeuten durch theoretische Vorurtheile bisher nicht abhalten liess, die directe centrale Behandlung von Gehirnleiden vorzunehmen. Es sind bisher in vielen Fällen dieser Leiden durch die Galvanisation des Kopfes günstige Resultate erzielt worden, wenn man auch über die Art der Einwirkung dieser Procedur auf das Gehirn und seine Häute nichts Positives wusste, und daher bei Erklärung der erzielten Erfolge zumeist zu rein hypothetischen Annahmen seine Zuflucht nehmen musste. Dieser Sachlage gegenüber glaube ich, dass wir jetzt, nachdem wir über die Wirkungsweise und den Wirkungsbereich der Galvanisation des Kopfes einige Kenntnisse erlangt haben, mit grösserer Zuversicht denn früher und mit im Allgemeinen etwas gesteigerten Aussichten auf Erfolg den Strom am Kopfe appliciren können. Es ist naheliegend, dass z. B. Verengerung der abnorm ausgedehnten Gefässe eines Gehirnthheiles — eine Veränderung, welche der Strom jedenfalls herbeizuführen im Stande ist, s. meinen Versuch mit-Verwendung von Amylnitrit — eine Modification in den Ernährungsverhältnissen und hiemit der Funktionsfähigkeit der Faser- und Zellgebilde des betreffenden Gehirnschnittes herbeiführen kann, in Folge deren diese Elemente

ihre früheren Verrichtungen wieder aufzunehmen vermögen. Allerdings wird die Ernährungsstörung in den fraglichen Nervelementen keine zu hochgradige sein dürfen; was durch Aufhebung des Druckes übermässig ausgedehnter Capillaren, durch Resorption von transsudirtem Serum, von verflüssigtem Zellprotoplasma (zerfallener Blutkörperchen) u. dgl. reparabel ist, wird der electriche Strom wieder wenn nicht in integrum zu restituiren, so doch in einen functionsfähigen Zustand überzuführen im Stande sein. Die Wiedervereinigung zerrissener Nervenfasern, die Neubildung zerstörter Ganglienzellen wird man von der Einwirkung des electriche Stromes nicht erwarten dürfen. Indess auch bezüglich jener Störungen, die noch vorzugsweise im Bereiche der Circulationsvorgänge liegen, und die man nach den vorhandenen Erfahrungen im Allgemeinen als einer Ausgleichung fähig betrachten kann, darf man die therapeutische Wirksamkeit des Stromes keineswegs für eine unbegrenzte halten. Ich habe in meinen Versuchen des öfteren constatiren müssen, dass die Galvanisation des Kopfes auf die Gefäße der entzündeten Pia keinen merklichen Einfluss ausübt. Auch davon konnte ich mich überzeugen, dass selbst Application des constanten sowohl als des faradischen Stromes direct an das Gehirn eine Aenderung in dem Injectionszustande der acut entzündeten Pia nicht herbeizuführen im Stande ist. Ebenso lauten die Erfahrungen der ärztlichen Praxis. Es ist meines Wissens noch nicht erwiesenermassen gelungen, den Verlauf eines acuten Entzündungsvorgangs im Gehirne oder an den Gehirnhäuten durch electriche Behandlung des Kopfes entschieden zu beeinflussen. Ebenso versprechen bei ganz acuten, reinen Circulationsstörungen im Gehirne (acuter Hyperämie oder Anämie) verschiedene andere Mittel sichereren und nachhaltigeren Erfolg als die Galvanisation des Kopfes. Namentlich wird man bei auf verstärkter Herzaction beruhenden

den oder durch Stauung in Folge rein mechanischer Circulationshindernisse herbeigeführter Hirnhyperämie oder bei acuter Anämie in Folge von Blutverlusten oder Herzschwäche nicht zum electricischen Strome seine Zuflucht nehmen dürfen. Es sind, soweit die zur Zeit vorliegenden Erfahrungen ein Urtheil zulassen, vorwaltend chronische oder wenigstens aus dem Stadium der Acuität herausgetretene Störungen, welche sich den Einwirkungen der durch den Kopf geleiteten electricischen Ströme zugänglich erweisen. Im Bereiche dieser Störungen aber entfaltet der Strom eine durch kein anderes Agens erreichte Wirksamkeit; er vermag hier selbst in Fällen, wo es sich um unheilbare Grundleiden handelt (wie z. B. der Resorption unzugängliche Neoplasmen, bedeutende Hämorrhagien etc.) gute Dienste zu leisten, indem er begleitende Circulationsstörungen und hiemit Krankheitssymptome beseitigt, die nur von diesen nebenhergehenden Störungen abhängen.

Die Wirkung des Stromes auf das Gehirn bei der Galvanisation des Kopfes beschränkt sich wohl nicht auf die Beeinflussung der Circulationsvorgänge. Wir sahen zwar, dass abgesehen etwa von den — von Hitzig des Genaueren beschriebenen — Augenbewegungen keine Erscheinung bei Galvanisation des Kopfes auf directe Erregung irgend eines der Gehirncentren sich beziehen lässt;\*) wir sahen ferner, dass eine Beeinflussung der Erregbarkeit der peripheren Nerven durch die electricische Durchströmung des Gehirns wenigstens nicht erweisbar ist. Trotzdem wird es sich nicht in Abrede stellen lassen, dass die electricische Durchströmung des Gehirns auf dessen Erregbarkeitsverhältnisse einen bestimmten Einfluss ausübt. Experimentell am Thiere lässt sich die Richtigkeit dieser Behauptung mit Leichtigkeit demonstrieren.

---

\*) Und selbst diese Erscheinung ist nicht nothwendig von directer Erregung irgend eines Gehirncentrums durch Stromschleifen abhängig.

Ich machte bei meinen Versuchen oft die — mir sehr unliebsame — Beobachtung, dass bei metallischer Wendung eines Stromes, der bis dahin keine Reizerscheinung ausser etwa gelegentlichen leichten Zuckungen der Schädelmuskulatur hervorgerufen hatte, sofort allgemeine Convulsionen eintraten, welche erst bei bedeutender Herabsetzung der Stromstärke oder Oeffnung des Stromes sistirten. Es hatte also der z. B. in aufsteigender Richtung das Gehirn durchfliessende Strom dessen Erregbarkeit oder wenigstens die Erregbarkeit gewisser Hirncentren derart gesteigert, dass der (soferne durch die Wendung des Stromes die Leitungswiderstände der Haut etc. etwas herabgesetzt werden) wenig stärkere absteigende Strom nunmehr Reizung gewisser Centren und hiedurch allgemeine Convulsionen hervorrief. Es entspricht diess der für den peripheren Nerven schon lange nachgewiesenen Thatsache, dass ein vom constanten Strome durchflossener Nerv an Erregbarkeit für die Schliessung eines in entgegengesetzter Richtung fliessenden Stromes gewinnt. Man wird deshalb auch der therapeutischen Galvanisation des Kopfes eine erregbarkeitsmodificirende Wirkung auf das Gehirn zuschreiben müssen. Diese Wirkung mag nach 2 Richtungen hin sich geltend machen. Sie mag einerseits die Ueberwindung vorhandener Leitungswiderstände erleichtern und die Energie ausgelöster Innervationsvorgänge erhöhen, andererseits Reizzustände herabsetzen und dergestalt vereint mit der durch den Strom bewirkten Aenderung der Circulationsvorgänge auf die Wiederherstellung der Functionsfähigkeit cerebraler Theile oder des Gleichgewichts cerebraler Functionen hinwirken.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Wirkungen, welche die Galvanisation des Kopfes auf das Gehirn ausübt, sich nicht auf die berührten Modificationen der Circulations- und Erregbarkeitsverhältnisse desselben beschränken. Die Aenderung der Erregbarkeit ist lediglich der Ausdruck einer

durch den Strom bewirkten Aenderung in den molecularen Vorgängen, in den Stoffumsetzungen, deren ständiger Schau- platz die Nervenmasse des Gehirns wie aller anderen Theile des Nervensystems ist. Man kann nicht annehmen, dass irgend einer der Gewebstheile des Gehirns, irgend ein Theil des Inhalts der Schädelhöhle, welcher von Stromschleifen erreicht wird, in seinen molecularen Verhältnissen gänzlich unberührt bleibt. Es werden sich also auch an der Stütz- substanz des Gehirns, an den Blut- und Lymphgefäßen des- selben, an den da und dort eingestreuten Wanderzellen, an den Gewebssäften wie an den Flüssigkeiten, welche sich in den Höhlen und zwischen den Häuten des Gehirns finden, endlich an den Gewerbsselementen dieser letzteren electro- chemische und wahrscheinlich auch die electromechanische Wirkungen des Stromes geltend machen. Wie sich jedoch diese directen Wirkungen des Stromes des Näheren gestal- ten, ob und inwieweit denselben ein Antheil an den thera- peutischen Leistungen der Galvanisation des Kopfes zu- kommt, für die Beantwortung dieser Fragen ermangeln wir vorerst jeden thatsächlichen Anhaltspunktes.



## VI. ABSCHNITT.

### Technik der Galvanisation des Kopfes.

Die Technik der Galvanisation des Kopfes hatte sich bisher in den Lehrbüchern der Electrotherapie einer etwas stiefmütterlichen Berücksichtigung zu erfreuen. Vielfach glaubte man die Sache mit einigen Zeilen erledigen zu können. Dieser Umstand sowohl, als die meiner Arbeit zu Grunde liegende praktische Tendenz bestimmen mich, die wichtigsten der bei der therapeutischen Galvanisation des Kopfes in Betracht kommenden Momente einer zwar nicht erschöpfenden, aber immerhin etwas eingehenderen Würdigung zu unterziehen.

#### 1. Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke.

Nicht zu den kleinsten Schwierigkeiten, welche die directe centrale Behandlung des Gehirns in sich schliesst, gehört die Bestimmung der im einzelnen Falle anzuwendenden Stromstärke. Es ist nachgewiesen, dass bei Application constanter (und faradischer) Ströme an den Kopf Stromschleifen in das Gehirn eindringen; allein die Widerstände, welche der Strom auf seinem Wege in das Innere des Schädels zu überwinden hat, sind immerhin erheblich genug, um von der Anwendung minimaler Stromstärken keine sonderlichen Wirkungen auf das Gehirn erwarten zu lassen. Auf der anderen Seite ist die Gefahr, durch Anwendung zu intensiver Ströme möglicherweise Nachteile herbeizuführen, ganz und gar nicht gering zu schätzen. Es ist daher die Aufgabe desjenigen, der die directe electriche Behandlung des Gehirns mit günstigem Erfolge üben will, zwischen den beiden Klippen, der Wahl einer zu geringen, unwirksamen und der einer zu bedeutenden schädlichen Stromintensität

den richtigen Weg zu finden. In den Lehrbüchern der Electrotherapie finden sich meist Angaben über die Zahl der am Kopfe anzuwendenden Elemente. Es lässt sich nicht läugnen, dass diese Angaben einen gewissen Behelf für den Neu-ling auf dem Gebiete der Electrotherapie bilden mögen. Berücksichtigt man jedoch, dass einerseits die Wirksamkeit der gebräuchlichen Elemente schwankt, andererseits der Leitungswiderstand der Weichtheil- und Knochenumhüllung des Gehirns sowohl als die Erregbarkeit des Nervensystems sehr erhebliche individuelle Differenzen aufweisen, so erhellt, dass derartige allgemeine Angaben in praxi doch wenig verwerthbar sind. Ich will daher den verehrlichen Leser weder mit den Meinungen der einzelnen Electrotherapeuten über die Zahl der in verschiedenen Krankheitsformen anzuwendenden, noch mit der Zahl der von mir selbst angewandten Elemente behelligen, sondern nur in Kürze die Gesichtspunkte anführen, welche ich als die bedeutsamsten für die Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen erachten muss.

Man kann es als ein gegenwärtig allgemein anerkanntes Princip bezeichnen, dass man bei therapeutischer Application constanter Ströme an den Kopf die jeweilige Sitzung nur mit schwachen Strömen beginnen und nur langsam, mit möglichst kleinen Sprüngen zu der im individuellen Falle räthlich erscheinenden Stromstärke fortschreiten darf. Es ist deshalb der Gebrauch eines Rheostaten im Allgemeinen rathsam und in einzelnen Fällen (z. B. bei Behandlung von Kindern) so gut wie unentbehrlich. Den Gebrauch eines Galvanometers halte ich für nützlich, aber nicht für absolut nöthig, — im Gegensatze zu Richter<sup>219</sup>); — denn viel eher als die Grösse der Nadelablenkung, kann die Empfindung der electricirten Person als Massstab für die Wirksamkeit der angewandten Stromstärke betrachtet werden. Hiebei ist jedoch

zu berücksichtigen, dass beim Einschleichen mit der Stromintensität in der Regel eine gewisse Zeit vergeht, bis die Wirkung des Stromes einigermaßen fühlbar wird. Um nun mit der Stromstärke für jeden Fall nicht zu hoch zu greifen, ist es erforderlich, dass der Electricisirende sich ein Urtheil einerseits über die Wirksamkeit seiner Elemente, andererseits über die in dem betreffenden Falle ungefähre rätliche Stromwirkung und die hiezu ungefähre nöthige Stromstärke gebildet hat, bevor der Strom am Kopfe geschlossen wird. Es verhält sich in dieser Beziehung mit der Anwendung der Electricität genau so wie mit der Anwendung irgend welcher nicht indifferenter arzneilicher Agentien. Bei Bestimmung der ungefähre nöthigen Stromstärke ist sowohl das Gesamtverhalten des Organismus des Patienten, als das specielle Verhalten seines Nervensystems und die besondere Art seines Leidens in Rechnung zu ziehen. Nachdem der Strom einmal geschlossen ist, müssen die hiedurch beim Kranken hervorgerufenen Sensationen genau beobachtet werden; denn diese sind — mit einer gewissen sogleich zu berührenden Einschränkung — für das Ausmass der Stromstärke, bei welcher man stehen bleibt, definitiv entscheidend. Hier kommen gewöhnlich der Schmerz an der Applicationsstelle der Electroden, die Lichtblitze und der Schwindel in Betracht, von welchen Erscheinungen dem Schmerz an der Applicationsstelle die geringste, dem Schwindel die grösste Bedeutung zukömmt. Soweit meine Erfahrung reicht — und mit derselben stimmt in dieser Beziehung die Erfahrung vieler Electrotherapeuten völlig überein — ist eine Stromstärke, welche die angeführten Sensationen in sehr intensivem Grade hervorruft, bei keiner Art von Gehirnleiden erforderlich oder nützlich und ist daher von Anwendung solcher Stromintensitäten durchgehends abzusehen. Wenn demnach, wie es mitunter vorkömmt, schon 2 Elemente sehr lebhaft Blitze, heftigen Schwindel u. s. w. verursachen, so darf die Strom-



intensität keinesfalls weiter gesteigert werden; solche Fälle dürften sich für die Anwendung der Galvanisation des Kopfes entweder temporär oder überhaupt nicht eignen. Auf der anderen Seite dagegen ist es im Allgemeinen durchaus nicht rathsam, selbst bei Vorhandensein nur geringfügiger Reizerscheinungen über ein gewisses Maximum der Stromstärke hinauszugehen, da im letzteren Falle die vorhandenen Reizerscheinungen plötzlich eine sehr unangenehme Steigerung erfahren oder unliebsame Zufälle (Eingenommenheit des Kopfes u. dergl.) nach der Oeffnung des Stromes eintreten können. Ein anderes ist nun die Frage, inwieweit man das Auftreten der genannten Reizerscheinungen im einzelnen Falle berücksichtigen, das heisst ob und wie weit man trotz Auftretens derselben noch mit der Stromstärke steigen soll. Nach meiner Ansicht hängt dies ganz und gar von den Verhältnissen des individuellen Falles ab. Man kann bei jungen kräftigen Personen, bei Individuen mit ganz gesunden Hirngefässen, bei Mangel tiefergehender organischer Läsionen des Gehirns nach dem Eintritte von Schwindel und Lichtblitzen mit der Stromstärke noch etwas wenigstens steigen, ohne Nachtheile herbeizuführen. Oft lassen diese Erscheinungen rasch wieder nach. Bei Personen mit sehr erregbarem Nervensysteme, insbesondere aber bei Leiden, bei welchen schon einigermassen erhebliche Schwankungen der Blutfülle des Gehirns von üblen Folgen sein mögen, wird man im Allgemeinen gut thun, schon beim Eintritte geringer Grade der fraglichen Reizerscheinungen, insbesondere des Schwindels, mit der Steigerung des Stromes innezuhalten. Ausser dem Intensitätsgrade der genannten Reizerscheinungen ist indess noch die Art ihrer Entstehung zu berücksichtigen. Schwindel entsteht bekanntlich viel leichter bei querer Durchleitung durch die Zitzenfortsätze als bei Längsleitung des Stromes von der Stirne zum Nacken. Wenn daher bei querer Durchleitung Schwindel entsteht, so zeigt

diese Erscheinung einen geringeren Grad von Beeinflussung des Gesamthirns an als Schwindel, welcher bei Längsleitung eintritt, und man kann daher im ersteren Falle eventuell mit weniger Bedenken die Stromstärke erhöhen als im 2. Falle. Analog verhält es sich mit den Licht- und Farbenercheinungen, welche bei Längsleitung des Stromes natürlich leichter auftreten als bei Querleitung. Im Ganzen lässt sich nach meinen Erfahrungen bei Querleitung eine etwas höhere Stromstärke anwenden als bei Längsleitung. Sehr zu berücksichtigen ist endlich das psychische Verhalten des Patienten. Bei sehr ängstlichen, nervösen Personen — insbesondere bei Kindern und Personen weiblichen Geschlechtes — wird man gut thun, überhaupt, namentlich aber in den ersten Sitzungen sich mit schwächeren Applicationen zu begnügen und erst durch einige wenn auch wenig oder gar nicht wirksame Sitzungen die vorhandene Aengstlichkeit mit ihren störenden Nebenwirkungen zu beseitigen, ehe man zu wirksameren Applicationen übergeht.

Dass man von metallischen und überhaupt von jähem Stromwendungen ganz und gar abzusehen hat, ist gegenwärtig allgemein anerkannt. Es ist ferner anerkannt, dass beim Oeffnen des Stromes unangenehme Reizerscheinungen eher vermieden werden, wenn man vorher die wirksame Stromquote herabsetzt, was durch Verringerung der eingeschalteten Elementenzahl oder der in der Nebenschliessung eingeschalteten Widerstände des Rheostaten oder durch Ueberführung der Electroden von einer befeuchteten auf eine nicht befeuchtete Hautstelle i. e. Erhöhung des Widerstandes in der Hauptschliessung des Stromes sich bewerkstelligen lässt.

## 2. Zeitdauer der einzelnen Sitzung.

Bezüglich der bei Galvanisation des Kopfes anzuwendenden Stromintensitäten sind z. Z. gewisse Grundsätze allgemein anerkannt. Anders verhält es sich mit der für die

einzelne Sitzung erforderlichen Zeitdauer. In diesem Punkte differiren die Meinungen der Electrotherapeuten derart, dass man bei einer Durchmusterung der bezüglichlichen Literatur eines wenig erbaulichen Eindrucks sich nicht erwehren kann.

Nach *Bendict*<sup>220</sup> soll eine Application am Kopfe nie länger als  $\frac{1}{2}$  Minute dauern. *Beard* und *Rockwell*<sup>221</sup> sind schon duldsamer; sie lassen  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Minuten zu. *Althaus*<sup>222</sup> ist noch liberaler; er gewährt für eine Sitzung 30—90 Secunden. *Erdmann*<sup>223</sup> wendet den Strom 1—2 Minuten lang an. *M. Mayer*<sup>224</sup> empfiehlt 2—3 Minuten Dauer. *Nothnagel*<sup>225</sup> will bei Hirnhämorrhagien nie über 3 Minuten hinausgehen; *Fieber*<sup>226</sup> ist bei cerebralen Lähmungen für eine Anwendung von 2—5 Minuten Dauer. *Rosenthal*<sup>227</sup> hinwiederum hält einen Strom von 3—5 Minuten Dauer für nicht bedenklich. *Legros* und *Onimus*<sup>228</sup> wenden meistens Ströme von 5—6 Minuten Dauer an. *Lettourneau*<sup>229</sup> geht nur selten über 6 Minuten hinaus. Nach *Schiel*<sup>230</sup> lässt sich die Galvanisation des Kopfes ohne Nachtheil 6—8 Minuten lang durchführen (ob nur bei Versuchspersonen oder auch bei Kranken, ist jedoch nicht gesagt). *Berger*<sup>231</sup> wendet den Strom vom Scheitel zur Hand oder zum Rücken gehend 5—10 Minuten lang an. *Clemens*<sup>232</sup> dehnt bei Anwendung von 2 seiner fusshohen Bunsen'schen Elemente oder 4 seiner grossen Daniell'schen Doppелеlemente die galvanischen Sitzungen am Kopfe ohne Nachtheil bis zur Dauer von halben Stunden aus.\*)

Ich bin nicht in der Lage, für diese Meinungsverschiedenheiten eine befriedigende Erklärung beizubringen. Jedenfalls erhellt aus denselben, dass sich nur innerhalb gewisser, verhältnissmässig weiter Grenzen eine Regel für die Zeit-

---

\*) Kaum mehr als ein historisches Interesse dürfte die Methode *Hifelsheim's*<sup>233</sup> gegenwärtig beanspruchen. H. applicirte bei verschiedenen Leiden die Pole einer aus sehr kleinen und sehr schwach wirkenden Elemen-

dauer, welche die einzelne Application besitzen darf und soll, aufstellen lässt. Nach meinen eigenen Erfahrungen bemisst sich die Zeit, welche eine Sitzung gewöhnlich dauern muss und ohne Nachtheil dauern kann, auf 1 — 2 Minuten. Bezüglich der Verlängerung der Sitzungsdauer über die Zeit von 1 Minute gilt Alles, was ich oben bezüglich der Anwendung grösserer Stromintensitäten hervorhob. Bei Leuten mit sehr vulnerabilem Gehirn dürfte es im Allgemeinen vorzuziehen sein, wenigstens anfänglich für die Sitzung eher unter als über 1 Minute zu gewähren. Hier ist, wenn man überhaupt für verlängerte Sitzungen sich entschliesst, ein Einschleichen auch bezüglich der Sitzungsdauer sehr rathsam. In anderen Fällen kann man getrost und ohne allmähliche Uebergänge den Strom 2 Minuten und wahrscheinlich auch noch länger appliciren. Ueber die Wirkungen längerer (3—6 Minuten während) Sitzungen besitze ich keine eigene Erfahrung. Indess möchte ich gegen die Methode von *L e g r o s* und *O n i m u s* ein Bedenken äussern, zu welchem mich Beobachtungen an Thieren veranlassen; es ist bei so langer Einwirkung des Stromes möglich, dass der ursprünglich erzielte Effect in den gegentheiligen umschlägt z. B. Erweiterung an die Stelle von Contraction der Gefässe tritt.

---

ten bestehenden Batterie an den betreffenden Körpertheil, so auch bei Congestionen und anderen krankhaften Zuständen des Gehirns an den Kopf; die Dauer der einzelnen Applicationen schwankte von 10 Minuten bis zu einer Anzahl von Tagen (permanenter Strom *Hiffelsheim's*). Bezüglich der Wirkungen dieser verlängerten Applicationen vergl. *D u c h e n n e* *De l'éctrisation localisée*, 3. Aufl. 1872. S. 181. Ein dem *Hiffelsheim's*chen ähnliches Verfahren wurde im vorigen Decennium von *N. Mayer*<sup>234</sup> (Philadelphia) vorgeschlagen. *Mayer's* Stromquelle besteht aus zu beiden Seiten des Kopfes angebrachten Säulchen, welche aus durch befeuchtete Lagen von Baumwollstoff von einander getrennten Platin- und Zinkscheibchen bestehen. Die continuirliche Anwendung der durch diese Säulchen gelieferten schwachen galvanischen Ströme soll sich bei den verschiedensten Gehirnleiden nützlich erweisen.

### 3. Die Wahl der Stromrichtung.

Der Mangel klarer, physiologisch begründeter Anschauungen macht sich in keinem Theile der bisher üblichen Technik der Kopfgalvanisation so auffallend bemerklich als bei der Bestimmung der im einzelnen Falle anzuwendenden Stromrichtung. Einzelne Autoren scheinen die Richtung des applicirten Stromes überhaupt für gleichgiltig zu halten. Eine grössere Anzahl dagegen ist auf rein empirischem Wege dazu gelangt, bei der Längsleitung des Stromes eine bestimmte Stromrichtung im Allgemeinen vorzuziehen oder sogar ausschliesslich zu benützen. Dass die Wirkung des längsgeleiteten Stromes je nach der Richtung desselben verschieden sei und desshalb die Wahl der Stromrichtung besondere Aufmerksamkeit erheische, findet sich nur bei Legros und Onimus klar ausgesprochen.

Nach Benedict ist bei Längsleitung des Stromes durch den Kopf der  $+$ Pol an die Halswirbelsäule, der  $-$ Pol an die Stirn, und zwar je nach dem Sitze der Krankheit rechts oder links zu setzen. Althaus will diese Stromrichtung nicht durchgängig angewendet haben; er glaubt, dass man sich bezüglich der Wahl der Stromrichtung am besten von den Sensationen des Patienten leiten lässt. Klagt der Patient z. B. über Gefühle von Völle, Schmerz, Schwere oder Druck an der Stirn, so hält er es für rätlich, den  $+$ Pol daselbst zu appliciren. Werden solche Sensationen im Hinterhaupte empfunden, so soll der  $-$ Pol an die Stirne applicirt werden. Im Uebrigen soll die Richtung gewählt werden, welche am meisten zu nützen scheint. Althaus erwähnt eines Falles von Hemiplegie, in welchem der Patient bei absteigendem Strom ( $+$ Pol Stirn,  $-$ Pol Nacken) nach der Application sich so leicht fühlte, als ob er fliegen könnte, während bei aufsteigendem Strome eine geringe Empfindung von Völle und Schwere im Kopfe entstand.

Fieber empfiehlt bei cerebralen Lähmungen den  $+$ Pol an die Stirn, den  $-$ Pol an die Halswirbelsäule stabil zu appliciren. Beard und Rockwell halten es für gewöhnlich für besser, den  $+$ Pol zunächst der Stirn, den  $-$ Pol zunächst dem Nacken anzubringen, geben jedoch zu, dass diese Regel viele Ausnahmen erleidet, und jeder Fall speciell zu studiren ist. Legros und Onimus placiren in den meisten Fällen den  $+$ Pol an die Stirn, den  $-$ Pol an den Nacken, speciell bei Hirnhämorrhagieen setzen sie den  $+$ Pol an die Stirne auf der Seite der Läsion, den  $-$ Pol an den Nacken. Nach Richter (Sonneberg) setzt man (wer?) den Zinkpol mit Vorliebe in möglichste Nähe des Hauptherdes der Affection. Neftel scheint die Anode auf die Augen, Stirn und Schläfen applicirt eine angenehmere und wohlthätigere Wirkung auszuüben als die Kathode. Er setzt die eine Electrode stabil an den Nacken und streicht mit der anderen langsam über Augen, Stirn und fossa auriculo-maxillaris. Nach Application der Anode wendet er noch die Kathode rasch und labil an, um alsdann wieder mit der Anode mehr anhaltend und stabil zu wirken. Die kurze Intervention der Kathode soll die Organe für die Wirkungen der Anode empfänglicher machen. Letourneau empfiehlt den  $+$ Pol an den Nacken und den  $-$ Pol an die Stirne zu setzen. Berger setzt bei Tic convulsif und Chorea minor die Anode auf die Scheitelregion, die Kathode an die Hand oder den Rücken.

Wie wir sehen, hat sich einer erheblichen Anzahl von Electrotherapeuten die Wahrnehmung aufgedrängt, dass die bei Längsleitung im einzelnen Falle angewandte Stromrichtung nicht ganz gleichgiltig ist; Thatsachen, wie die von Althaus mitgetheilte, konnten auch nicht wohl unbeachtet bleiben.

Indess war man bei dem Mangel einer sicheren physiologischen Basis in praxi nicht in der Lage, über ein vorsichtiges Herumprobiren hinauszukommen. Die Anleitungen,

welche Althaus und Beard und Rockwell geben, bekunden dies zur Genüge. Diese Unsicherheit dürfte künftig wenigstens zum Theil beseitigt werden, wenn man berücksichtigt, was meine Versuche gelehrt haben. Man wird alsdann in Fällen, in welchen man die arterielle Zufuhr allgemein oder local zu beschränken, den Stoffumsatz im Gehirne herabzusetzen Anlass hat, den absteigenden, wo man die arterielle Blutzufuhr vermehren, den Stoffumsatz anregen will, den aufsteigenden Strom anwenden. Hiemit ist natürlich nicht allen bei Gehirnleiden vorhandenen Indicationen Genüge geleistet. In vielen Fällen ist weder Verringerung noch Vermehrung der Blutfülle des Gehirns das den therapeutischen Erfolg bedingende Moment, sondern mehr die Wiederherstellung der normalen Erregbarkeit der Gefässnerven und Centren, des Tonus der Gefässe. Es handelt sich, wenn man will, um eine Heilgymnastik der Gehirngefässe, und diese lässt sich bewirken, indem man — allerdings nicht unmittelbar hintereinander — den Strom abwechselnd zuerst in der einen und dann in der anderen Richtung durch den Kopf leitet. Von Neftel ist dies schon bisher geschehen, wie wir sahen. Oefters hat man bisher denselben Zweck vielleicht auf anderem Wege zu erreichen gesucht, nämlich indem man abwechselnd längs und quer durch den Kopf den Strom durchleitete.

Bei Entscheidung der Frage, ob man im einzelnen Falle den Strom ausschliesslich oder vorzugsweise in der Längs- oder Querrichtung durch den Kopf zu leiten habe, wurde bisher hauptsächlich die Localisation des Leidens in Rechnung gezogen. So bemerkt Benedict: »Ob man den Pol rechts oder links an der Stirne ansetzt einerseits, oder ob man andererseits quer durch die proc. mast. oder die Schläfen den Strom leitet, hängt von der Localisation des Leidens ab. Der Länge nach durch den Kopf wird galvanisirt,

wenn man Ursache hat, den Process in die Hemisphären oder Centralganglien und theilweise in die Gehirnachse zu verlegen, und der Ansatzpunkt an einem oder anderen Stirnhöcker hängt davon ab, ob man den Sitz des Leidens in der einen oder anderen Gehirnhälfte sucht. Durch die processus mastoidei wird galvanisirt, wenn der Process in der hintern Schädelgrube, durch die Schläfe, wenn die Krankheit in die vordere Schädelgrube zu verlegen ist.« Nach Althaus kann man, wenn man den Strom durch die ganze Gehirnmasse senden will, von 3 Applicationsmethoden Gebrauch machen, nämlich 1) einen Pol an die Stirn, den anderen an das Hinterhaupt, 2) einen an die rechte und den andern an die linke Schläfe, 3) einen Pol an den rechten, den anderen an den linken Zitzenfortsatz setzen. Will man dagegen nur eine Hemisphäre galvanisiren, so ist es am besten, einen Pol über die Augenbrauen, den anderen in die Nähe des proc. mast. der gleichen Seite zu appliciren. Beard und Rockwell bemerken, dass der Kopf in verschiedener Weise electricisirt werden könne, je nach dem vermuthlichen Sitze der Krankheit. Um die Basis des Gehirns zu afficiren, müsse man die Electroden an die proc. mastoid. setzen. Nothnagel dagegen äussert sich dahin, dass es von geringerer Bedeutung scheine, ob man bei Hirnhämorrhagie die Electroden an die beiden process. mastoid. oder an einen derselben und die Stirn, beziehungsweise den Nacken applicire.

Letztere Ansicht dürfte nun keineswegs aufrecht zu erhalten sein. Wenn man die therapeutischen Leistungen des Stromes ausschliesslich oder in erster Linie von einer directen Einwirkung desselben auf die Gehirnthteile, welche er durchfließt, beziehungsweise auf die Gefässnerven der betreffenden Theile abhängig erachtet, so wird man zugeben müssen, dass bei umschriebenem Sitze der Erkrankung diejenige Applicationsweise vorzuziehen ist, bei welcher der erkrankte Theil von den beträchtlichsten Stromschleifen erreicht wird. Man



hat alsdann lediglich den durch Burkhardt's und von Ziemssen's Versuche erwiesenen Satz zu berücksichtigen, dass in der geraden Linie zwischen den beiden Polen die Zweigströme die grösste Dichtigkeit besitzen. Obige Annahme ist jedoch keineswegs die einzige zur Zeit mögliche oder gerechtfertigte. Nach dem augenblicklichen Stande der Untersuchung ist es zum Mindesten ebenso wahrscheinlich, wenn nicht wahrscheinlicher, dass die Einwirkung des Stromes auf die Ernährungsvorgänge im Gehirne — und hiemit dessen therapeutische Arbeit — in der Hauptsache keine directe ist, sondern durch Beeinflussung der vasomotorischen Centren bewerkstelligt wird. Auch bei dieser letzteren Voraussetzung erscheint es durchaus nicht gleichgültig, an welche Stellen man die Electroden applicirt. Ich halte es auf den Grund derselben für das vorerst Rätlichste, bei umschriebenen Krankheitsherden Applicationsweisen zu wählen, bei welchen neben einer kräftigen directen Beeinflussung der erkrankten Partien auch eine solche der vasomotorischen Centren in der medulla oblongata (und wenn möglich im Halsmarke) erzielt wird.

Eine kräftige Einwirkung auf die vasomotorischen Centren ist, wie bereits bemerkt wurde, sowohl bei Längsleitung von der Stirne zum Nacken, als bei Querleitung des Stromes insbesondere durch die proc. mast. möglich. Ob nun bei diffusen Gehirnleiden die eine oder die andere Stromrichtung den Vorzug verdient, für die Entscheidung dieser Frage gewähren die derzeit vorliegenden therapeutischen Erfahrungen keine sicheren Anhaltspunkte. Nach meinen experimentellen Erfahrungen ist die Annahme nicht abzuweisen, dass die Wirkung quergeleiteter Ströme auf die Circulationsvorgänge in beiden Hirnhälften eine ungleiche ist. Von der Anwendung quergeleiteter Ströme wird man daher absehen müssen, wo es sich darum handelt, die

Circulationsverhältnisse im Gesammthirn gleichmässig zu beeinflussen; die Erfüllung dieser Indication wird allein dem längsgeleiteten Strom möglich sein. In praxi scheint man auch bei diffusen Gehirnstörungen bisher die Längsleitung des Stromes entschieden bevorzugt zu haben.\*) Dagegen wird bei umschriebenen Krankheitsherden die Querleitung oft mit der Längsleitung concurriren können, bei Krankheitsprocessen in der hinteren Schädelgrube und an der Basis des Gehirns die Querleitung durch die proc. mast. sogar vorzuziehen sein, weil hiebei (namentlich in Anbetracht der Nähe der als guter Stromleiter fungirenden beiden Gefässe, Carotis int. und jugul. int.) in gleicher Weise die Möglichkeit gegeben ist, den erkrankten Theil durch Stromschleifen direct zu beeinflussen, wie auf die vasomotorischen Apparate im verlängerten Marke einzuwirken.\*\*\*) Die Stromrichtung wird man künftighin bei Anwendung der Querleitung nicht mehr, wie es bisher nahezu allgemein geschehen, als irrelevant betrachten dürfen. Man wird nicht bloss den Sitz, sondern auch die Art der Erkrankung und die vorhandene Indication — ob Vermehrung oder Verringerung der Blutfülle in der erkrankten Hirnpartie — in Erwägung ziehen müssen und je nachdem die Anode oder die Kathode an der Seite des Krank-

\*) Einzelne Autoren, so z. B. Legros und Onimus, Fieber, M. Mayer gedenken der Anwendung quergeleiteter Ströme bei Behandlung von Gehirnleiden überhaupt nicht.

\*\*\*) Remak<sup>235</sup> bemerkt, dass sich ihm in den selteneren Hemiplegien, bei welchen nach Beschaffenheit der Symptome ein Extravasat in der Hirnrinde oder an der Oberfläche desselben wahrscheinlich war, die galvanische Behandlung des grossen Gehirns am nützlichsten erwies, während bei denjenigen Lähmungen, welche auf die Basis des Seitenventrikels, auf das kleine Gehirn oder die Brücke zurückgeführt werden mussten, die Anwendung des Stromes auf das Hinterhaupt und den Nacken die deutlichsten Wirkungen offenbarte.

heitssitzes anzubringen haben. Wo z. Beisp. eine Erkrankung der rechten Hirnhälfte vorliegt und man in dieser eine Herabsetzung der Circulationsvorgänge herbeizuführen wünscht, wird man den — Pol rechts appliciren, wenn man eine Beschleunigung der Circulation anstrebt, den + Pol, und so mutatis mutandis bei Erkrankungen der linken Hirnhälfte.

Erfahrungen am Menschen, welche zu Gunsten der von mir im Vorstehenden entwickelten Grundsätze bezüglich der Wahl der Stromrichtung sprechen, mangeln nicht.

Man hat bei Leitung constanter Ströme längs durch den Kopf Erscheinungen beobachtet, die einander diametral entgegengesetzte Wirkungen auf die Circulation im Gehirne voraussetzen, nämlich einerseits Schlafbedürfniss oder Schlaf, also einen Zustand des Gehirns, der mit verringert Circulation in demselben einhergeht, andererseits mehr minder heftige Congestionen nach dem Gehirne. Um nur einige Beispiele anzuführen, so erwähnt Hiffelsheim einen Fall, in welchem auf Durchleitung des constanten Stromes von 6 Daniell'schen Elementen von der Stirn zum Nacken (wo + Pol und — Pol, ist nicht angegeben) heftige Congestion und Betäubung und nach kurzer Zeit eine leichte Hämorrhagie eintrat. \*) Andererseits berichten Legros und Onimus von zwei Fällen, von welchen in dem einen während, in dem anderen unmittelbar nach der Durchleitung eines absteigenden Stromes Schlaf eintrat. Man kann doch kaum annehmen, dass so verschiedene Wirkungen durch Ströme producirt werden, welche die gleichen Centralorgane in gleicher Richtung durchfließen. Wenn ferner ein Hemiplegiker, wie dies Althaus beobachtete, bei Anwendung des absteigenden Stromes sich so leicht fühlte, als könnte er fliegen,

---

\*) Die Richtigkeit der letzteren Behauptung wollen wir dahingestellt sein lassen.

beim aufsteigenden Strome dagegen Völle und Schwere im Kopfe empfand, so spricht dies wohl direct dafür, dass die beiden Stromrichtungen die Circulationsvorgänge im Gehirne in verschiedener Weise beeinflussen.

Reichlicher und entschiedener sind die Erfahrungen, welche unserer Anschauung bezüglich des Unterschiedes in der Wirkung beider Pole bei quergeleiteten Strömen zur Seite stehen. Von Brenner wurde bereits aus der Art der Entstehung des galvanischen Schwindels und den zahlreichen therapeutischen Erfahrungen, die er bei Behandlung nervöser Gehörstörungen durch Application der einen oder der anderen Electrode an den Kopf gesammelt hatte, geschlossen, dass eine Verschiedenheit in der Wirkung beider Pole auf das Gehirn vorhanden sein müsse. Hitzig wies alsdann des Genaueren nach, dass bei querer Durchleitung des Stromes durch den Kopf die Richtung der Scheinbewegung der Objecte wie der Schwankungen des Körpers und der Zwangsbewegungen der Bulbi mit einer Gesetzmässigkeit, welche nichts zu wünschen übrig lässt, davon abhängt, welche Electrode rechts und welche links applicirt wird, und ob der Schliessungs- oder Oeffnungsreiz einwirkt. »Aus diesem Verhalten«, sagt Hitzig, »geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass ein Gegensatz in der Wirkung beider Electroden, wie er schärfer nicht gedacht werden kann, vorhanden ist«. Dass dieser Gegensatz auch in der Therapie Berücksichtigung finden muss, wird von Niemand ernstlich bestritten werden können.

---

## A N H A N G.

Bemerkungen über die therapeutische Verwerthbarkeit  
der Faradisation des Kopfes.

Der Anwendung des inducirten Stromes am Kopfe stehen heutigen Tages noch mancherlei Vorurtheile entgegen. Die grosse Mehrzahl der Electrotherapeuten hält den Inductionsstrom für nicht geeignet zu centralen Applicationen am Kopfe, einerseits weil bei Anwendung solcher nur in seltenen Fällen jene Reizerscheinungen, (Lichtblitze, Schwindel, etc.) eintreten, welche der constante Strom schon bei geringer Intensität gewöhnlich hervorruft, andererseits weil man dem inducirten Strome überhaupt das Vermögen abspricht auf die Ernährungsverhältnisse tieferliegender Theile einzuwirken. Indess sind diese Argumente nicht stichhaltig. Es ist durch Erb's Versuche nachgewiesen, dass bei Application inducirter Ströme am Kopfe, ebenso wie bei der constanten Ströme Stromschleifen das Gehirn durchziehen; aus meinen Versuchen erhellt, dass man durch Faradisation des Kopfes die Cirkulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle zu beeinflussen im Stande ist. Endlich liegt eine Reihe therapeutischer Erfahrungen vor, nach welchen man dem am Kopfe applicirten Inductionsstrom eine Einwirkung auf pathologische Zustände der Organe der Schädelhöhle nicht absprechen kann. Wie Erb<sup>236</sup> und Benedict<sup>237</sup> konnte ich mich des öfteren davon überzeugen, dass der Inductionsstrom insbesondere vermittelt der befeuchteten Hand am Kopfe applicirt bei intensiven Kopfschmerzen bedeutende Linderung herbeizuführen im Stande ist. Bei Migräne haben Frommhold,<sup>238</sup> Fieber,<sup>239</sup> Benedict,<sup>240</sup> Beard und Rock-

well<sup>241</sup> günstige Erfolge von der Faradisation des Kopfes gesehen. Auch bei neuralgischen Affectionen des Kopfes; insbesondere Anämischer und Hysterischer, und bei Schlaflosigkeit, leistet das Verfahren öfters gute Dienste. (Benedict, eigene Beobachtung). Beard und Rockwell<sup>242</sup> sahen in einem Falle von Neuralgie des Kopfes, begleitet von Gesichtsschwäche und Schwindel, fast vollständige Heilung bei Anwendung der Faradisation am Kopfe eintreten. Ferner sind die oft sehr bemerkenswerthen Erfolge der allgemeinen Faradisation jedenfalls zum Theil auch auf Rechnung der Faradisation des Kopfes zu setzen. Berücksichtigt man endlich den Umstand, dass diese Procedur gewöhnlich nicht die lästigen Nebenwirkungen der Galvanisation des Kopfes hervorruft und bei Anwendung mässiger Ströme sicher minder leicht als letzere unangenehme oder üble Zufälle veranlasst, so besteht kein Grund, wesshalb der Faradisation des Kopfes nicht ein etwas grösseres Wirkungsfeld als bisher zugewiesen werden sollte. Nach meinen experimentellen und therapeutischen Erfahrungen dürfte diese Procedur ausser bei den erwähnten Leiden insbesondere bei gesunkener Ernährung des Gehirns, bei Zuständen von Erschöpfung und Energielosigkeit dieses Organs erfolgreiche Anwendung finden.

Von Seiten der Irrenärzte wurde bisher bei derartigen Störungen öfters von der peripheren Faradisation und zwar mit sehr intensiven Strömen Gebrauch gemacht. Von der Anwendung solcher Ströme am Kopfe ist natürlich abzusehen; mässige Intensität des applicirten Stromes bei längerer Sitzungsdauer (10—15 Minuten) Application vermitteltst der befeuchteten Hand oder befeuchteter Electroden dürfte am zweckdienlichsten sich erweisen.

---

## LITERATUR-VERZEICHNISS.

1. Friedrich Ludwig Augustin. Versuch einer vollständigen system. Geschichte der galvanischen Electricität und ihrer medicin. Anwendung. Berlin 1803. S. 217. Vergl. auch des gleichen Autors Schrift: Vom Galvanismus und dessen medicin. Anwend. Berlin 1801. S. 59.
2. Creve (Professor zu Mainz). Vom Metallreiz, einem neuen Prüfungsmittel des wahren Todes. Leipzig 1796.
3. Behrends. Dissertatio, qua demonstratur cor nervis carere. Mogunt. 1792.
4. Reil. Grens Journal der Physik. 1793. VI. Bd. S. 414.
5. Hufeland. Aufklärung der Arzneiwissensch. Jena 1793. 1. Band.
6. Humbold. Versuch über die gereizte Muskel- u. Nervenfasern. 1797. 2. Band.
7. Augustin. S. die oben citirten Werke.
8. Bischoff. Dissertatio inaug. med. De usu galvanismi in arte medica. Jenae 1801.
9. Hellwag-Jacobi. Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus und Betrachtungen über dessen chemische und physiol. Wirkungen mitgetheilt von Chr. F. Hellwag Dr. etc. u. Beobachtungen bei der medicin. Anwendung der Voltaischen Säule v. M. Jacobi. Hamburg 1802.
10. Grapengiesser. Versuch den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801. S. 88.
11. l. c. S. 100.
12. l. c. S. 93.
13. Augustin, Versuch einer vollständ. systematisch. Gesch. S. 125.
14. Aldini. Essai théorique et experimental sur le galvanisme. Paris 1804. Ein Auszug dieses, eine Reihe interessanter Beobachtungen enthaltenden Werkes findet sich in van Holsbeck's Compendium d'électricité médicale. 2<sup>me</sup> ed. 1861. S. 83—96.
15. Sundelin. Anleitung zur medicin. Anwendung der Elec-

- tricität u. des Galvanismus. Berlin 1822.
16. Most. Ueber die grossen Heilkräfte des in unseren Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus. Lüneburg 1823.
17. l. c. S. 24.
18. Fabré-Palaprat. Du galvanisme appliqué à la médecine. Paris 1828. Uebersetzung von Labeaume's Werk: on galvanism with observations etc. Lond. 1828.
19. Remak. Dessen Hauptwerk: Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Berlin 1858. Ausserdem Aufsätze in verschiedenen Journalen.
20. Galvanotherapie. S. 222 und 289.
21. l. c. S. 224 und 447.
22. l. c. S. 74.
23. l. c. S. 136.
24. l. c. S. 139.
25. l. c. S. 263.
26. Ziemssen. Die Electricität in der Medicin. 3. Auflage. 1866.
27. Electricität in der Medicin. 4. Aufl. 1. Theil. S. 140.
28. Erb. Deutsches Arch. für klin. Medicin. 3. Bd. S. 238.
29. Brenner. Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Electrotherapie. Leipzig 1868—69 2. Band. S. 79.
30. l. c. 1. Band. S. 76.
31. l. c. 1. Band. S. 68.
32. l. c. 2. Band. S. 136.
33. l. c. 2. Band. S. 138 u. f.
34. l. c. 2. Band. S. 143.
35. Moritz Meyer. Die Electricität in ihrer Anwend. auf praktische Medicin. 1. Aufl. 1854. 3. Aufl. 1868.
36. 3. Aufl. S. 317.
37. Friedrich Fieber. Compendium der Electrotherapie. Wien 1869.
38. l. c. S. 39—40.
39. Althaus. A treatise on medical electricity. 2. Auflage. 1869. S. 130.
40. l. c. S. 446.
41. l. c. S. 457.
42. Beard und Rockwell. Practical treatise on the uses of electricity etc. Deutsche Ausgabe v. R. Väter. Prag 1873.
43. l. c. S. 126.
44. l. c. S. 65, 220 und 228.
45. l. c. S. 354.
46. Arndt. Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrht. 2. Bd. S. 328.
47. l. c. S. 336.
48. Hitzig. Reichert u. Dubois-Reymonds Archiv. 1871. Heft 5 und 6 und Untersuchungen über das Gehirn. S. 196.
49. Untersuch. über das Gehirn. S. 210 u. 249.
50. Wundt. Grundzüge d. physiologischen Psychologie. 1874. S. 209.
51. Unters. S. 261.
52. Unters. S. 244.
53. Hitzig. v. Ziemssens Handb. XI. 1. 2. Auflage. S. 1086.



54. Legros u. Onimus. Traité d'électricité médicale. Paris. 1872. S. 502. s. auch 192.
55. l. c. S. 300.
56. l. c. S. 281.
57. l. c. S. 181.
58. l. c. S. 189.
59. Rosenthal. Electrotherapie. 2. Aufl. 1873. S. 86 u. 161.
60. Benedict. Nervenpathologie u. Electrotherapie. 1874. S. 117.
61. Benedict. Electrotherapie. 1868. S. 61.
62. Nervenpatholog. u. Electrother. 1874. S. 44.
69. l. c. 1874. S. 85.
70. l. c. 1874. S. 77, 78.
71. Richter. Ueber Gehirnaffectionen u. deren Behandlung. Schmitts medicin. Jahrbüch. 1873. Nr. 7. S. 73.
72. Runge. Deutsch. Arch. für klin. Medicin. 13. Band. S. 345. 1874.
73. Emminghaus. Archiv für Psych. u. Nervenkrankheit. Band IV. S. 559.
74. Hinze. Petersburger med. Zeitschr., neue Folge. V. Jahrg. 1875. S. 295. Mir nur in dem Referate in den Virchow-Hirsch'schen Jahresberichten zugänglich.
75. Breuer. Separatabdruck aus den W. medicin. Jahrbüch. 1. Heft. 1874.
76. Hitzig. Untersuch. über das Gehirn. S. 252.
77. Erdmann. Die Anwend. der Electricität in der praktischen Medicin. 4. Auflage. 1877.
78. Nothnagel. v. Ziemssens Handb. XI. 1. Häft. 2. Aufl. S. 167.
79. Nestel. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 8. Band. 2. Heft. S. 426.
80. Eulenburg. Lehrbuch der Nervenkrankh. 2. Auflage. 2. Theil. 1878. S. 554.
81. Clemens. Ueber die Heilwirkungen der Electricität. 10. Lieferung. S. 657 u. f.
82. Letourneau. Gazette hebdomataire. 1878. 20. Sept. S. 602 u. f.
83. Letourneau. Gaz. hebd. 3. Oct. 1879. Nr. 40.
84. Berger. Erlenmeyers Centralbl. für Nervenheilkunde. 10. Nov. 1879. S. 220.
85. Schiel. Deutsch. Arch. für klin. Med. 27. Bd. S. 241.
86. Ritter. Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensproeess begleitet. Weimar. 1798. S. auch Augustin. Vers. einer vollst. system. Gesch. der galvan. Electr. S. 135 u. f. Gilberts Annalen. Bd. VII. 1801 u. Bd. XIX. 1805 u. a. O.
87. Grapengiesser l. c. S. 67 ff.
88. Purkinje. Beobachtungen u. Versuche zur Physiologie d. Sinne. Beiträge z. Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. 1. Bändch. 2. Aufl. 1823. 2. Bändch. 1825.

89. Helmholtz. Handbuch der physiolog. Optik. 1867. p. 204 u. f.
90. Brunner. Ein Beitrag zur electricischen Reizung des Nervus opticus. Leipzig 1863.
91. Brenner. Untersuchungen u. Beobacht. auf dem Geb. der Electrotherapie. 1. Bd. 1. Abth. 1868. S. 67 u. f.
92. Nefel. Archiv für Psychiatrie u. Nervenkrankh. 8. Bd. 2. Heft. 1878. S. 420 ff.
93. Benedict. Nervenpathol. u. Electrother. 1874. S. 118.
94. Hellwag-Jacobi l. c. S. 148 u. f.
95. Duchenne, de l'électrisation localisée. II. Aufl. S. 22. 3. Aufl. 1872. S. 23.
96. Rosenthal. Electricitätslehre für Mediciner. 2. Auflage. p. 194. Onimns, des differences d'action physiologique entre l'extra-courant et les courants induits et entre les courants induits de la même bobine, selon la nature du fil métallique; Jourde l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques. 1874. S. 149 ff.
97. Benedict. Medicin. chirurg. Rundschau 1864. Beobachtung 47. S. 92.
98. Althaus. l. c. S. 516.
99. Berger l. c. Erlenmeyers Centr. Blatt.
100. Duchenne d'électrisat. localisée. 3. Aufl. 1872. S. 15.
101. Benedict. Electrotherapie 1868 u. Nervenpathol. u. Electrother. 1874. S. 118.
102. Brenner. l. c. 2. Band. 1869. S. 137.
103. Rosenthal. Electrotherap. 2, Aufl. 1873. S. 86.
104. Fritsch und Hitzig. Ueber die electricische Erregbark. des Grosshirns. Reicherts u. Dubois-Reymonds Arch. 1870. Heft 3. Abgedruckt in den Unters. über das Gehirn. Berlin 1874. S. 1.
105. Unters. S. 11.
106. Schiff. Lezioni di Fisiologia sperimentale sul sistema nervoso encephalico. 1873. Theilweise übersetzt in dem Archiv für experim. Pathologie und Pharmacie. 3. Band. S. 178 u. f.
107. Wundt. Grundzüge der physiologischen Psychologie 1874. S. 168.
108. Hermann. Pflügers Arch. Band X.
109. Braun. Eckhards Beiträge zur Anatomie u. Physiologie. 1874. VII. 2.
110. Külz. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. Nr. 26.
111. Fürstner. Archiv für Psychiatrie u. Nervenkrankh. Band VI. S. 719.
112. Obersteiner. Wiener med. Jahrb. 1878. 2. Heft.
113. Eulenburg und Landois. Centralbl. f. die medicin. Wissensch. Nr. 15. 1876. Virchows Archiv. 66. Bd.

- S. 489 und 68. Band S. 245.
114. Langendorff. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Nr. 53. 1876.
115. Soltmann. Jahrb. f. Kinderheilk. IX. 2. 1875.
116. Carville und Duret. Gaz. méd. de Paris 1874. Nr. 2 u. f. Arch. de physiol. norm. et path. Nr. 3 n. 4. 1875. u. a. a. O.
117. Dupuy. Examen de quelques points de la physiologie du cerveau. Paris 1873. Gaz. méd. de Paris. 1875. S. 376. Boston med. and surg. Journ. Nr. 14. 1876 u. a. a. O.
118. Bochefontaine. Archiv de physiol. norm. et pathol. 2. Ser. III. 1876. Gaz. méd. de Paris 1876. Nr. 33. 1875. Nr. 31, 45 u. a. a. O.
119. Lépine u. Bochefontaine Arch. de physiol. norm. et path. 1876. l. c. u. a. a. O.
120. Franck u. Pitres. Gaz. heb. Nr. 1. 1878.
121. Couty. Arch. de physiolog. norm. et pathol. Nr. 16. p. 793. 1879.
122. Ferrier. Dessen Hauptwerk The functions of the brain. Deutsche Uebersetzung v. Obersteiner. 1879. enthält S. 151 eine Zusammenstell. der früheren Publicationen Ferriers über die das Gehirn betr. Untersuchungen dieses Forschers.
123. Burdon Sanderson. Centr. Blatt für die medicinische Wissensch. Nr. 33. 1874.
124. Mc. Kendrick. Edinburgh med. Journ. Febr. 1874.
125. Beard. (Arch. of Electrology and Neurology. May 1874.)
126. Putnam. Boston med. and surg. Journ. July 16. 1874.
127. Lautenbach. Amer. Journ. of the med. Science. Oct. 1877.
128. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. 39. Bd. April 1877.
129. Luciani u. Tamburini. Riv. speriment. di Freniatria et di Med. leg. 1878. p. 69 u. 225.
130. Albertoni u. Michieli. Sui centri cerebrali di movimento. Lo Sperimentale. Febr. 1876.
131. Bufalini. Rendiconti della ricerche sperimentali nell instit. fisiolog. dell univers. di Siena. 1879.
132. Marcacci. Ref. in Schmitts med. Jahrb. Heft 3. 1877. S. 224.
133. Balogh. Untersuch. über die Function der Grosshirnhemisphär. Sitz.-Ber. Die ungar. Acad. der Wissenschaft. VII.
134. Pasternacki. s. Referat in Virchow-Hirschs Jahresberichten. 1876. Bd. I. 1. Abtheil. S. 234.
135. Hitzig. Unters. S. 10.

136. Ferrier. Die Functionen d. Gehirns. D. Ausg. S. 142.
137. Ferrier l. c. S. 144.
138. Hitzig. Unters. S. 14 u. 15.
139. Unters. S. 19.
140. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. Heft 4. S. 378. 1877.
141. Unters. S. 42.
142. Schiff. Arch. f. experiment. Pathologie u. Pharmacie. 3. Bd. S. 178 u. f.
143. Unters. S. 37.
144. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. 1877. 4. H. S. 379.
145. Ferrier l. c. S. 142.
146. Obersteiner. Wien. medic. Jahrbüch. 1878. 2. Heft. S. 273. Vergl. Fürstner Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. Band VI. S. 719.
147. Bartholow. Amer. Journal of the medical. Sciences. April 1874.
148. Charcot et Pitres. Revue mensuelle de méd. et de chir. 1877, 1878 u. 1879.
149. Hughlings Jackson. Clinical and physiological resarches on the nervus system.
150. Hitzig. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. Band III. 2. Heft.
151. Wernher. Virchows Arch. Bd. 56. 3. Heft.
152. Hitzig. Unters. S. 22.
153. Carville et Duret. Gaz. méd. d. Paris 1874 u. Arch. phys. norm. et path. 1875. l. c.
154. Braun. Eckhards Beiträge. 1874. VII. 2.
155. Herrmann. Pflügers Arch. 1875. Heft 2.
156. Glicky. Eckhards Beiträg. VII. 3.
157. Soltmann. Jahrb. für Kinderheilk. l. c.
158. Franck u. Pitres. Gaz. hebdom. Nr. 5. 1878.
159. Glicky. l. c.
160. Soltmann. l. c.
161. Burdon-Sanderson. Centr. Bl. f. d. med. Wissensch. Nr. 33. 1874.
162. Carville u. Duret. Archiv de physiol. norm. et path. 1875. S. 456.
163. Ferrier. Funct. d. Gehirns. Deutsch. Ausg. S. 176.
164. Ferrier. l. c. S. 176.
165. Ferrier. l. c. S. 87 u. f.
166. Knoll. Eckhards Beiträge. 4. Bd. S. 133. 1869.
167. Adamück. Centr. Blatt für d. med. Wissensch. Nr. 12. 1870.
168. Ferrier. l. c. S. 87 u. f.
169. Hensen u. Völkers. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. 24. B. Abth. I. S. 1—26.
170. Albertoni u. Michieli. Lo Speriment. Febr. 1876.
171. Ferrier. l. c. S. 108 u. f.
172. Hitzig. Untersuch. S. 261.
173. v. Ziemssen. D. Electr. in der Med. 4. Aufl. 1. Hälft. S. 35.
174. Ferrier l. c. S. 155 u. f.
175. Hitzig. Unters. S. 43.
176. Hitzig Unts. S. 244, 261 ff.

177. Ferrier l. c. S. 116 u. 117.  
 178. Eckhard. In Hermann's Handbuch d. Physiologie. 2. Bd. 2. Th. S. 112 u. f.  
 179. Curschmann. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Band XII. 2.  
 180. Schwahn. Eckhard's Beiträge VIII. S. 149.  
 181. Ferrier l. c. S. 117.  
 182. Hitzig l. c. S. 261.  
 183. Rolando citirt bei Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. 1877. Heft 5. S. 494.  
 184. Magendie. Journ. de Physiol. t. IV. p. 401.  
 185. Lafargue et Longet in Longet's Anat. et Physiol. du Syst. Nerv. 1. Bd. S. 434. 435.  
 186. Bernard. Leçons sur la physiologie du syst. nerv. I. p. 488.  
 187. Schiff, Lehrb. der Physiol. 1858. S. 351 u. f.  
 188. Renzi ann. univers. di med. Vol. 187.  
 188. Lussana u. Lemoigne. Lo Speriment. 1877. Heft 5. S. 495 u. f.  
 189. Curschmann l. c.  
 190. Althaus l. c. S. 137.  
 191. Ziemssen l. c. S. 140.  
 192. Rosenthal. Wien. medic. Presse. 1879. Nr. 18 u. f.  
 193. Rosenthal. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. IX. 1. Heft. 1878.  
 194. Mader. Wien. medic. Wochenschrift. Nr. 28. 1879.  
 195. Buzzard. Lancet. 8. Nov. 1879.  
 196. Meynert. Stricker's Handb. der Lehre von d. Geweben. 2. Band. 1872. S. 785 u. f. u. S. 798.  
 197. Brenner l. c. 1. Bd. 1868. S. 75.  
 198. Nothnagel. Topische Diagnostik d. Gehirnkrankheiten. S. 68.  
 199. Schiff. Lehrb. der Physiol. 1858. S. 325.  
 200. Owsjannikow. Bericht der sächs. Gesellsch. der Wissensch. math. phys. Abth. Mai 1871.  
 201. Dittmar. Ber. d. sächs. Gesellsch. l. c. XXV. S. 443. 1873.  
 202. Benedict. Nervenpath. u. Electrother. 1874. S. 405.  
 203. Erb. Volkmann's Samml. klin. Vorträge. Nr. 46. 1872. S. 373.  
 204. Krauspe. Virchow's Arch. 59. Band. 3. u. 4. Heft. S. 472. 1874.  
 205. Riegel u. Jolly. Virchow's Arch. 52. Band. 2. Heft. S. 218. 1871.  
 206. Georg Fischer. Deutsches Archiv für klin. Medicin. 20. Band. 3. u. 4. Heft. S. 188 u. f.  
 207. Schüller. Deutsch. Arch. f. klin. Medicin. 14. Band. S. 585.  
 208. Nothnagel. Virchow's Arch. 40. Bd. 1. u. 2. Heft. 1867. S. 203.  
 209. Riegel u. Jolly l. c.  
 210. Krauspe. Virch. Arch. l. c.

211. Rumpf. Vortrag, gehalten in d. Wanderversammlung der Südwestdeutschen Neurologen u. Irrenärzte in Baden 1880. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. Bd. XI. 1. H. S. 272. 1880.
212. Nothnagel. Virch. Archiv. 40. Band. 1. c.
213. Schulz. Petersburger med. Zeitschr. XI. Hft. 2. S. 122.
214. Riegel u. Jolly. 1. c.
215. Ludwig u. Thiry. Meissner's Jahresbericht. 1864. S. 479.
216. Stricker. Wien. med. Jahrbücher. 1878. 1. Hft. S. 21.
217. Grünhagen. Berl. klin. Wochenschrift. Nr. 43. 1879.
218. Arndt. Archiv f. Psych. u. Nervenkr. 2. Bd. 2. Heft. 1870. S. 327, 328.
219. Richter. Schmitt's medic. Jahrb. 1873. 1. c.
220. Benedict. Nervenpathol. u. Electrother. S. 118.
221. Beard u. Rockwell. 1. c. S. 145.
222. Atthaus 1. c. S. 320.
223. Erdmann 1. c. S. 213.
224. M. Meyer 1. c. S. 153.
225. Nothnagel. v. Ziemssen's Handb. 11. Bd. 1. Hälfte. 2. Aufl. 1878. S. 167.
226. Fieber 1. c. S. 49.
227. Rosenthal 1. c. S. 162.
228. Legros u. Onimus 1. c. S. 502.
229. Letourneau. Gaz. hebdomadaire. 1878. S. 603.
230. Schiel. Deutsches Archiv f. klin. Medic. 27. Bd. S. 244. 1880.
231. Berger 1. c. Erlenmeyer's Centr.-Bl.
232. Clemens. Die Heilwirkungen etc. 10. Heft. S. 661.
233. Hiffelsheim. Des applications médicales de la pile de Volta. Paris 1861 u. Allgemeine Wien. med. Zeitung. 1865. Nr. 8 u. f.
234. N. Mayer. Philadelphia med. Times. May 15. 1872.
235. Remak. Oesterreich. Zeitschrift f. prakt. Heilkunde. 1863. Nr. 10.
236. Erb, v. Ziemssen's Handb. 12. Bd. 1. Hälfte. 2. Aufl. S. 134.
237. Benedict. Nervenpathologie etc. 1874. S. 124.
238. Frommhold. Electrotherapie. 1865. S. 243.
239. Fieber. 1. c. S. 120.
240. Benedict. 1. c. S. 124.
241. Beard und Rockwell. 1. c. S. 297.
242. Beard und Rockwell. 1. c. S. 315.

### Berichtigungen.

Seite 41 Zeile 2 von unten ist zu lesen: Ströme statt Stoffe.  
„ 103 „ 8 „ „ „ „ „ der statt die.











